

**INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.**

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK**

**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y AMBIENTALES**

**Trabajo de Fin de carrera de titulación:**

**“INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.  
”**

**Realizado por:**

**GEOVANNA CASTILLO NICOLALDE**

**Director del proyecto:**

**Msc.Katty Coral**

**Como requisito para la obtención de título de:**

**INGENIERA QUIMICA INDUSTRIAL**

**6/Marzo/2019**

**INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.**

Yo, GEOVANNA NATALY CASTILLO, con cédula de identidad # 172203828-6 declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

FIRMA

GEOVANNA NATALY CASTILLO

172203828-6

**INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.**

**DECLARATORIA**

El presente trabajo de investigación titulado:

**“INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA DE SAN JACINTO DEL BÚA-SANTO DOMINGO”.**

Realizado por:

**GEOVANNA CASTILLO NICOLALDE**  
**Como Requisito para la Obtención del Título de:**  
**INGENIERA QUIMICA INDUSTRIAL**

Ha sido dirigido por el profesor

**KATTY CORAL**

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor

FIRMA

Katty Coral  
CI 1709054058

**INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.**

**LOS PROFESORES INFORMANTES**

Los Profesores Informantes:

**WALBERTO GALLEGOS**

**JOSE SALAZAR**

Después de revisar el trabajo presentado,  
Lo han calificado como apto para su defensa oral ante el tribunal examinador

FIRMA  
Mgs. Walberto Gallegos  
1101940177

FIRMA  
Ing. José Salazar  
1714194642

# **INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.**

## **DEDICATORIA:**

A Dios por permitirme vivir cada paso que doy

A mi familia por el apoyo brindado, especialmente a mi padre Angel Castillo por su sacrificio que vive cada día para que nunca me faltara nada

A mi pasado porque gracias a él, hoy veo mi futuro mas centrado, veo por quien vivir mi hijo Julián

A mi compañero, amigo y novio Fernando Martínez porque desde el colegio hemos estado juntos superando cada obstáculo que se nos presenta.

A mis amistades porque a lo largo de mi trayectoria universitaria me han regalado momentos únicos

# **INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por su infinito amor y por ser tan misericordioso y permitirme seguir adelante a pesar de mis pecados

A mi familia. Hermanas, Sobrinas, Padre. Pilares fundamentales en mi crecimiento como ser humano y profesional.

A mi madre que desde el cielo siempre me ha protegido.

A doña Julia que Dios fue tan bondadoso conmigo que ha falta de una madre, me dio la mejor suegra del mundo, siempre me ha apoyado desde que la conocí solo me queda decirle Dios le pagué por tan lindo corazón que tiene.

A la universidad Internacional SEK por sus conocimientos y valores

A mi tutora y amiga Katty Coral por enseñarme que no todo en la vida es ser un buen profesional, también hay que ser un gran humano.

**INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.**

26/07/2018 23:25:33

Para someter a: To be submitted:

**INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA DE SAN JACINTO DEL BÚA-SANTO DOMINGO**

Geovanna Castillo Nicolalde<sup>1</sup>, Walberto Gallegos<sup>1</sup>, José Salazar, Katty Coral<sup>1\*</sup>  
1 Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales, Quito, Ecuador.

\*AUTOR DE CORRESPONDENCIA: Geovanna Castillo, Universidad Internacional SEK,

Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales, Quito, Ecuador.

Teléfono: +59388241279-; email: [geoprof18@hotmail.com](mailto:geoprof18@hotmail.com)

# **INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.**

## ***Resumen***

La población del sector de San Jacinto-Santo Domingo de los Tsáchilas, a diario consume productos frutícolas como el plátano, como parte de su dieta. El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo desarrollar una evaluación mediante análisis químicos de los valores ambientales, macronutrientes y micronutrientes de la Finca San Jacinto, con la finalidad de llegar a tener un conocimiento de las necesidades de las plantas y los niveles de elementos nutritivos presentes en el suelo. La falta de conocimiento de estos valores puede producir problemas en la fertilidad del suelo, así como en la producción óptima del plátano; con estos datos analíticos se obtuvieron indicadores de calidad para los nutrientes, en función de los datos resultantes de los análisis de suelos y valores teóricos de requerimientos nutricionales. El contenido de los elementos fue determinado en los laboratorios “Santa Catalina” del INIAP, utilizando el método instrumental de espectroscopia por absorción atómica. Se analizaron los gastos requeridos en la plantación para cumplimentar sus exigencias nutricionales, también se realizó una comparación reconstituyente entre el compost obtenido de residuos sólidos urbanos y los fertilizantes químicos, llegando así a posibles soluciones para el cultivo de plátano que presentan deficiencias y excesos de nutrientes, planteándose soluciones sencillas para los dos casos.

Palabras claves: análisis químico, producción, fertilidad del suelo, nutrientes.

# **INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.**

## *Abstract*

The population of the sector of San Jacinto-Santo Domingo de los Tsáchilas, daily consumes fruit products such as bananas, as part of their diet. The objective of this research was to develop an evaluation through chemical analysis of the environmental, macronutrient and micronutrient values of the San Jacinto Farm, with the purpose of getting to know the needs of the plants and the levels of nutrients present on the floor. The lack of knowledge of these values can produce problems in the soil fertility, as well as in the optimal production of the banana; with these analytical data, quality indicators for the nutrients were obtained, based on the data resulting from soil analyzes and theoretical values of nutritional requirements. The content of the elements was determined in the "Santa Catalina" laboratories of the INIAP, using the instrumental method of atomic absorption spectroscopy. The expenditures required in the plantation were analyzed to fulfill their nutritional requirements, a reconstituent comparison was also made between the compost obtained from urban solid waste and chemical fertilizers, thus reaching possible solutions for the plantain crop that have deficiencies and excesses of nutrients, considering simple solutions for both cases

Keywords: chemical analysis, production, soil fertility, nutrients.

# INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.

## Introducción.

Las plantas de plátano, en general, necesitan los nutrientes adecuados, en proporciones apropiadas, para tener un ciclo de vida óptimo. Todos los nutrientes como el N, P, S, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, Mn, B son necesarios, por lo que la planta debe recibir un equilibrio de los elementos, y no presentar deficiencias o excesos de estos. Cuando hay deficiencias o desbalances en el aporte de los mismos, las plantas suelen presentar signos que indican que existe un problema de nutrición, como la caída de la hoja (Baridón, Vailatti, & Villarreal, 2017). Estas anomalías se dan por problemas en el suelo como variación del pH, textura del suelo, salinidad presente en el suelo, exceso o detrimento de nutrientes, entre otros. Teniendo como resultado enfermedades del cultivo, lo que conlleva a fallas de producción, presentándose un rango alto de pérdida de plantas y por ende de dinero. La optimización de la calidad de nutrientes en el suelo, se lo puede realizar por la vía orgánica (compost de residuos orgánicos) o química (fertilizantes).

La producción de plátano en el Ecuador ha sido uno de los sustentos económicos más comercializados a nivel nacional e internacional, por lo que los productores buscan alternativas para garantizar una producción óptima, estas alternativas lo realizan con falta de conocimiento sobre la calidad del suelo, causando problemas tanto en el medio como en el cultivo. El uso constante y en altas cantidades de fertilizantes químicos en los suelos agrícolas bananeros, se manifiesta con la reducción de la fracción biológica o microbiana, la disminución de la fracción orgánica y la fertilidad por el alto consumo de nutrientes desde el suelo, la compactación y el incremento de la acidez o la salinidad. Además el uso constante e intenso de agroquímicos para el control de nemátodos e insectos plaga del suelo, deteriora el balance del ambiente agrícola e impacta dramáticamente la productividad de los suelos y de los cultivos (Biotecnología, Marco, & Villegas, 2014), a diferencia del compost, que aumenta el contenido de macronutrientes y micronutrientes, además de la capacidad de intercambio catiónico. La nutrición vegetal depende de los microorganismos del suelo que son los responsables de la biotransformación, la oxidación, la reducción, la solubilización, la movilización y el suministro de los nutrientes a las plantas (mineralización) para una disponibilidad que facilite la asimilación en la nutrición. Estos los proporciona en gran medida el compost añadido, gracias a la relación tan importante entre el suelo y la fracción orgánica, la planta y los microorganismos benéficos; sinergia que no se tiene en cuenta en la agricultura tradicional. También los microorganismos benéficos

# INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.

antagonistas y los bioreguladores de fitopatógenos, son claves en el manejo y disminución del daño por los nemátodos, los insectos, plaga y las enfermedades (Agrolanzarote, 2012).

Esta investigación pretendió demostrar la utilidad y la importancia de la calidad del suelo mediante análisis químicos realizados en los laboratorios del INIAP en la estación Santa Catalina, para ello se obtuvieron 20 muestras del suelo de la plantación de plátano de la finca San Jacinto con el fin de analizar los micronutrientes contenidos en el suelo, para evaluarlos mediante indicadores de calidad, comparándolos con la composición nutritiva óptima que debe tener un cultivo de plátano; esperando tener resultados positivos para el beneficio de los agricultores, además de ahorros monetarios desarrollando una producción óptima y libre de enfermedades..

Los resultados se evaluaron para optimizarlos mediante la adición de fertilizantes químicos o compost de residuos urbanos. Adicionalmente para el exceso de algún micronutriente se analizó la aplicación de cultivos agrícolas que los minimicen.

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo general determinar indicadores de calidad de suelo utilizando análisis químicos de composición, con fines de optimización a través de fertilizantes químicos u orgánicos del cultivo de plátano (*Musa paradisiaca*) en San Jacinto del Búa- Santo Domingo.

## Origen del plátano

Según varias investigaciones, el origen del plátano se dio en el sudeste del Asia, originándose a partir de mutaciones entre las especies *Musa acuminata* (banano) y *Musa balbisiana* (verde), posteriormente pasó del Asia a la India y África (MIDINRA, 1983).

La especie llegó a Canarias en el siglo XV y desde allí fue llevado a América en 1516. En la actualidad es un cultivo de amplia distribución por su adaptación a trópicos como subtrópicos. Sin embargo, las mayores plantaciones comerciales de plátano se encuentran en los trópicos húmedos (Infomusa, 2000).

## Clasificación taxonómica

- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta
- Clase: Liliopsida
- Orden: Zingiberales
- Familia: Musaceae

# INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.

- Género: Musa
- Especie: Paradisiaca

(Robinson & Galan, 2012).

## Deficiencias

Para todo cultivo de plátano se necesita tener un conocimiento sobre las consecuencias de la falta de nutrientes, a continuación, se presentan las deficiencias de los mismos:

*Nitrógeno. N-* Esencial en la formación de proteínas, aminoácidos, ácidos nucleicos, en el plátano, es esencial para obtener vigorosa fruta, grande y bien formada. Su deficiencia ocasiona en la planta un crecimiento lento, pequeña, hojas amarillas y fruta pequeña (AGROCALIDAD, 2013).

*Fósforo. P-* Es indispensable en el establecimiento de la plantación, pero luego su importancia decrece después de la tercera cosecha. Su función es actuar como buffer de pH de la célula, control de la síntesis de almidones, en la respiración climatérica durante la madurez del fruto; conductor de energía. El banano requiere cantidades relativamente pequeñas de P puesto que hay una gran transferencia de la madre al hijo, nieto etc. y las deficiencias de este elemento son raras después de la primera generación (AGROCALIDAD, 2013).

*Potasio. K-* En banano es esencial en mantener la planta hidratada y regular la apertura de las estomas; se puede decir que es uno de los elementos más importantes en la nutrición del banano. La carencia de potasio resulta en fruta de bajo peso, corta, delgada y muy susceptible a la madurez temprana. La deficiencia de K es quizá el factor nutricional que más daño causa a la industria bananera a nivel internacional (AGROCALIDAD, 2013).

*Calcio. Ca-* constituye las paredes celulares y contribuye a la estabilidad de las membranas, participa en los procesos de osmoregulación y contribuye al balance de aniones y cationes. Comúnmente presentan deficiencias en las hojas jóvenes de las plantas, las cuales exhiben láminas muy estrechas, con áreas blanquecinas y nervaduras secundarias engrosadas, los pecíolos tienden a ser frágiles y se doblan fácilmente (COLINAGRO, 2014).

*Magnesio. Mg-* en las plantaciones de plátano la deficiencia de este nutriente se manifiesta con una decoloración foliar y moteado de los pecíolos, una clorosis o amarillamiento de los semi-limbos de las hojas viejas, luego con el tiempo estos puntos toman tonalidades oscuras hasta volverse necróticos, al final adquiere un color dorado intenso (ESPOL, 2007).

## **INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.**

*Azufre. S-* cuando existe deficiencia de Azufre las plantas se presentan cloróticas, espigadas y de poco crecimiento. La clorosis que sucede en la planta comienza en las hojas jóvenes a diferencia de la clorosis causada por falta de N, suelen tener manchas necróticas en los bordes de las hojas y de un engrosamiento en las nervaduras (ESPOL, 2007).

*Boro. B-* Se presenta en hojas nuevas y consiste inicialmente en una serie de pequeñas lesiones translucidas alargadas, paralelas a la nervadura central (estrías). La deficiencia del Boro durante el período de floración, induce deformaciones en los frutos, con deficiencias severas, se presenta una fuerte deformación de las hojas nuevas y posteriormente la planta puede morir (COLINAGRO, 2014).

*Zinc. Zn* - Indispensable en la formación de la clorofila, es el componente de enzima de crecimiento, asociado a Fe, Cu, Mn y a la absorción de agua. Su deficiencia provoca racimos pequeños y deformes al igual que la reducción del fruto (COLINAGRO, 2014).

*Cobre. Cu-* Su deficiencia provoca distorsión, marchitamiento, oscurecimiento de la las hojas jóvenes (Botanical, 2016).

*Manganeso. Mn-* Se presenta en las hojas jóvenes a manera de una necrosis marginal rodeada por un halo clorótico estriado, el cual avanza en forma irregular hacia la nervadura central, la lámina foliar tiende a curvarse y las venas a engrosarse, la necrosis del área afectada no está asociada con ningún tipo de patógeno (COLINAGRO, 2014).

*Hierro. Fe* - Es un catalizador en la formación de la clorofila, actúa en los mecanismos enzimáticos de los procesos de respiración. Se expresa en las hojas más jóvenes, a manera de una clorosis intervenal que se inicia en la parte basal y del margen hacia el interior provocando una coloración blanquecina (COLINAGRO, 2014).

### **Importancia del plátano en el Ecuador**

El Ecuador del siglo XIX, basaba su economía especialmente en la exportación de productos agrícolas, entre los que destacan especialmente el cacao y el banano, aumentando progresivamente cada vez más el precio de estos productos hasta iniciar el siglo XX. Durante este periodo se distinguen en Ecuador dos grandes zonas de influencia, la Costa, y la Sierra Ecuatoriana. (Jara & Caseres, 2012).

La historia moderna del Ecuador se caracteriza, en su expresión económica, por el auge y la crisis de los sectores de exportación. Tradicionalmente el desarrollo de los sectores agro

## INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.

exportadores ha sido un factor determinante en la dinámica de la economía ecuatoriana. Al momento de su independencia política, el Ecuador era un país fundamentalmente agrícola. La guerra del banano no se batalla solo en los mercados sino también en la aplicación de la alta tecnología, buenas prácticas de cultivo y en la certificación de calidad del producto. Ahora los consumidores europeos y estadounidenses exigen que la fruta cumpla con todos los estándares de calidad y cuidado. Los principales competidores de Ecuador son Colombia y Costa Rica, que ya han desplazado en volúmenes a la fruta local por precios y distancia (Jara & Caseres, 2012).

Actualmente India, China, Filipinas, Brasil y Ecuador producen colectivamente más de la mitad de los plátanos del mundo, produciendo Ecuador 5 995 527 toneladas por año (Freund, 2007).

### Condiciones óptimas para la producción del plátano

*Tabla 1. Factores climáticos para la producción del cultivo de plátano*

CONDICIONES	CANTIDAD	UNIDADES
Temperatura	20 a 35,5	°C
Precipitación	120 a 180	mm
Luminosidad	1000 a 1500	Horas luz/año
Viento	< 30	km/h
Humedad Relativa	< 80	%
Épocas	Mayo a Diciembre	
Altitud	0 a 300	msnm
Textura	Franco-arenosa Franco-arcillosa	
Profundidad Efectiva	Mínima 1 Superior 1,5	m m
pH	6,5 Tolera 5,6 a 7,4	
Topografía	Suelos planos	
Salinidad	< 1	dS/m

(AGROCALIDAD, 2013)

# INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.

## Nutrientes óptimos para el cultivo de plátano

Tabla 2. Macronutrientes y micronutrientes del cultivo de plátano por hectárea/año.

NUTRIENTES	CANTIDAD	PESO
Nitrógeno	350-600	kg/ha/año
Fosforo	75-150	kg/ha/año
Potasio	650-900	kg/ha/año
Calcio	220-300	kg/ha/año
Magnesio	50-75	kg/ha/año
Azufre	25-50	kg/ha/año
Boro	4-6	kg/ha/año
Zinc	2,2	kg/ha/año
Cobre	1.5-5	kg/ha/año
Manganeso	16	kg/ha/año
Hierro	77	kg/ha/año

(AGROCALIDAD, 2015).

Teniendo como conocimiento el manejo adecuado del cultivo de plátano, existen varias formas de nutrirlo, tanto orgánicas como químicas, se debe tener en cuenta que para la fertilización del cultivo por medios orgánicos se requiere saber el índice de producción de residuos sólidos urbanos (RSU). El Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC,2016) informa que cada habitante del Ecuador produce en promedio alrededor de 0,58 kilogramos por día de residuos sólidos, en el área urbana y rural, según la Estadística de Información Ambiental Económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales, correspondiente al año 2016.

Con este residuo se puede realizar un compostaje del cual se obtendrían los nutrientes necesarios para el cultivo de plátano.

## Compostaje

El compost es materia orgánica que ha sido estabilizada hasta transformarse en un producto parecido a las sustancias húmicas del suelo, que está libre de patógenos y de semillas de malas hierbas, que no atrae insectos o vectores, que puede ser manipulada y almacenada sin

# INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.

ocasionar molestias y que es beneficiosa para el suelo y el crecimiento de las plantas. La concepción “que sea beneficiosa para el suelo y el crecimiento de las plantas” exige que el compost, entre otros factores, esté libre de contaminantes o que los presente en contenidos bajos. En este sentido, las posibilidades de comercialización y uso del compost dependerán, básicamente, de la calidad conseguida (Haug, 1993).

## Volumen de aprovechamiento óptimo

Según (Álvarez, 2006), no todos los materiales orgánicos tienen propiedades óptimas para ser compostados, puede suceder que el material que se disponga no presente una relación carbono/nitrógeno (C/N) inicial apropiada para su compostaje. Se puede realizar una mezcla con diferentes materiales para lograr una relación adecuada. Este procedimiento se conoce como Balance de Nutrientes (Casco, 2015).

Las diferentes mezclas se llevan de manera volumétrica, pero es preciso conocer las características de los materiales y saberlos combinar. Aspectos tan importantes como el contenido de carbono, nitrógeno y humedad deben utilizarse para modular las proporciones. Para iniciar el proceso de compostaje, valores de C/N alrededor de 30 se consideran adecuados. A partir de los datos de la composición de los materiales se puede hacer el cálculo de la mezcla idónea aplicando la siguiente ecuación (Casco, 2015).

$$\frac{C}{N} = \frac{\sum_i^n}{\sum_i^n} = \frac{1(Aportaciones\ de\ C)i}{2(Aportaciones\ de\ N)i} = 30$$

$$\frac{C}{N} = \frac{M_1 * MS_1 * C_1 + M_2 * MS_2 * C_2 + \dots + M_n * MS_n * C_n}{M_1 * MS_1 * N_1 + M_2 * MS_2 * N_2 + \dots + M_n * MS_n * N_n} = 30$$

*Ecuación 1 aportaciones de C/N*

Fuente: **Moreno et al, 2014 rescatado de Casco et al, 2015**

Donde,

M= masa de material (t)

MS= contenido en materia seca (%)

C= contenido en C sobre muestra seca (%)

N= contenido en N sobre muestra seca (%)

## INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.

Normalmente, el valor conocido es la fracción, por ejemplo, M1, que correspondería a la cantidad de material a tratar (RSO) y el segundo, el material complementario, como los restos vegetales o excrementos de animales. Conociendo sus composiciones para parámetros básicos como humedad, nitrógeno y carbono, se puede determinar la cantidad de material complementario que se debe añadir para tener una relación C/N = 30, siendo M2 la incógnita (Moreno et al, 2014). Según Quispe (2015), con respecto al Balance de Nutrientes, se pueden establecer las siguientes reglas básicas:

1. Utilizando materiales con una buena relación C/N, no es necesario realizar mezclas.
2. Los materiales con relativo alto contenido en Carbono deben mezclarse con materiales con relativo alto contenido en Nitrógeno y viceversa. En particular, cuando se trata con residuos sólidos urbanos, las mezclas suelen tener relaciones muy variadas, por lo cual se debe realizar una determinación de carbono y nitrógeno previa para saber con qué tipo de material se puede complementar, en caso de que no tenga una relación C/N óptima.

También existen tablas de C/N donde se indican los niveles altos y bajos de nitrógeno y carbono teóricos.

*Tabla 3 niveles de C/N*

Nivel alto de nitrógeno 1:1 – 24:1		C:N equilibrado 25:1 – 40:1		Nivel alto de carbono 41:1 – 1000:1	
Material	C:N	Material	C:N	Material	C:N
Purines frescos	5	Estiércol vacuno	25:1	Hierba recién cortada	43:1
Gallinaza pura	7:1	Hojas de frijol	27:1	Hojas de árbol	47:1
Estiércol porcino	10:1	Crotalaria	27:1	Paja de caña de azúcar	49:1
Desperdicios de cocina	14:1	Pulpa de café	29:1	Basura urbana fresca	61:1
Gallinaza camada	18:1	Estiércol ovino/caprino	32:1	Cascarilla de arroz	66:1 😊
😊		Hojas de plátano	32:1	Paja de arroz	77:1
		Restos de hortalizas	37:1	Hierba seca (gramíneas)	81:1
		Hojas de café	38:1	Bagazo de caña de azúcar	104:1
		Restos de poda	44:1	Mazorca de maíz	117:1
				Paja de maíz	312:1
				Aserrín	638:1

INFAT (2002), rescatado de (FAO, 2013).

# INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.

Con la Tabla 3 se pueden relacionar varios materiales para obtener un equilibrio entre el C/N.

Es importante tener conocimiento de los porcentajes de nutrientes que aportan la cantidad de residuos sólidos urbanos, para ello, el manual de compostaje FAO (2013) indica mediante tablas la cantidad de contribuciones de cada nutriente en un kilogramo de compostaje (RSU).

Tabla 4 Contenido de N, P, K en el compost

Nutriente	% en compost
Nitrógeno	0,3% – 1,5% (3g a 15g por Kg de compost)
Fósforo	0,1% – 1,0% (1g a 10g por Kg de compost)
Potasio	0,3% – 1,0% (3g a 10g por Kg de compost)

(FAO, 2013).

Tabla 5 Contenido de Ca, Mg, Fe, Na, Mn, B en el compost

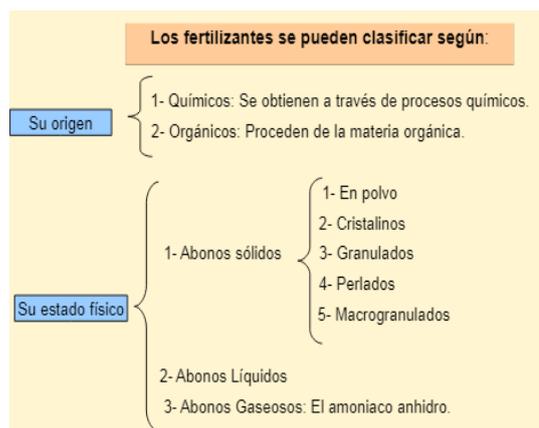
Calcio (%CaO)	Magnesio (%MgO)	Sodio (%Na)	Hierro (%Fe)	Manganeso ppm	Boro ppm
6-15	0,2-0,5	0,04-0,24	1,4-2,6	100-500	25-57

(FERTIZA, 2015)

## Fertilizantes Químicos

Se puede definir a los fertilizantes como aquellos productos orgánicos o inorgánicos que contienen al menos uno de los tres elementos primarios, como son el Nitrógeno (N), Fósforo (P) o Potasio (K); pudiendo además contener otros nutrientes (Agrolanzarote, 2012).

Los abonos se pueden aplicar al suelo de forma manual, mediante abonadoras o a través del riego, lo que se conoce como fertirrigación. Por otro lado, se encuentra la fertilización foliar, que consiste en la aplicación de los fertilizantes para que sean absorbidos por las hojas. La absorción a través de las hojas es más rápida, por lo tanto, se suelen aplicar para resolver alguna deficiencia nutricional (Agrolanzarote, 2012).



# INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.

## Ilustración 1. Clasificación de los fertilizantes

(Agrolanzarote, 2012).

### ***Materiales y Métodos***

La metodología aplicada en el presente estudio constó de dos fases, la primera la observación y la segunda el análisis e interpretación crítica de dicho fenómeno. Para llevar a cabo este método fue necesario contar con una serie de datos que, agrupados convenientemente, conforman la información que está relacionada directa o indirectamente con el objetivo del estudio.

### **Descripción del área de estudio**

La presente investigación se realizó en el cantón Santo Domingo de los Tsáchilas, ubicado en la zona central norte de la República del Ecuador, al noroccidente de Quito, a 133 km de distancia. Es un sector geográfico donde convergen las provincias de Esmeraldas, Pichincha, Manabí, Guayas, Los Ríos y Cotopaxi, por lo que se lo conoce como Crisol de la Nacionalidad Ecuatoriana. Políticamente la Provincia Santo Domingo de los Tsáchilas tiene una extensión territorial aproximada de 300.000 hectáreas, distribuidas en siete parroquias urbanas y cinco rurales, entre ellas está la parroquia Rural San Jacinto del Búa (López, 2004).

*Tabla 6. Características agroclimáticas de la zona de estudio.*

<b>Características</b>	<b>San Jacinto</b>
Temperatura media	24.4 ° C
Pluviosidad	3045mm
Tipo de suelos	franco
Altitud media	284 m.s.n.m
Luminosidad	739 horas luz/año

Fuente: (INAMHI, 2014).

Elaboración: la autora

# **INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.**

## **Obtención de información**

Para complementar la investigación se utilizaron fuentes secundarias como libros, tesis, revistas, plegables divulgativos, publicaciones científicas e internet, sobre tendencias económicas de oferta y demanda del plátano, valores óptimos para el cultivo de plátano, características y formulas del compost y fertilizantes químicos. Adicionalmente se obtuvo información del INAMHI, e INIAP.

Por otro lado, para conocer la caracterización de la finca y manejo agronómico, se investigó el tamaño general de la finca, área sembrada con plátano, sistemas de producción, tipos y variedades sembradas; edad de la plantación, labores, insumos y prácticas de manejo del cultivo de plátano que realiza el productor, principales plagas y enfermedades del cultivo.

## **Método de muestreo de suelo**

De conformidad con el Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM, Ministerio del Ambiente de Perú por medio del cual se aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo, la Guía para Muestreo de Suelos establece especificaciones para: I) determinar la existencia de contaminación en el suelo, II) determinar la dimensión (extensión horizontal y vertical) de la contaminación, III) determinar las concentraciones de nivel de fondo, y/o IV) determinar si las acciones de remediación lograron reducir la concentración de los contaminantes en el suelo, de acuerdo a las metas planteadas (MINAM, 2013).

El muestreo es la actividad por la que se toman muestras representativas que permiten caracterizar el suelo en estudio, en tanto que la muestra puede ser definida como una parte representativa que presenta las mismas características o propiedades del material que se está estudiando y las muestras que serán enviadas al laboratorio, constituyen las muestras elegidas para ser analizadas de acuerdo a los objetivos establecidos (MINAM, 2013).

# INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.

Procedimiento de muestreo del suelo según el centro de investigación INIA tomado del decreto supremo MINAM 2013.

1.- El área a muestrear no debe ser superior de 10 hectáreas



Ilustración 2 Área de muestreo (INIA, 2015).

2.- Debe poseer características similares de profundidad, pendiente y textura. Si el terreno a muestrear es diferente, se debe dividir el muestreo en dos partes.



Ilustración 3 estructura del suelo (INIA, 2015).

3.- No deben ser tomadas muestras cerca de acequias, entrada al potrero o construcciones



Ilustración 4 condiciones de muestreo (INIA, 2015).

4.- Para tomar las muestras hay que contar con una pala, un balde, una bolsa plástica y un cuchillo.

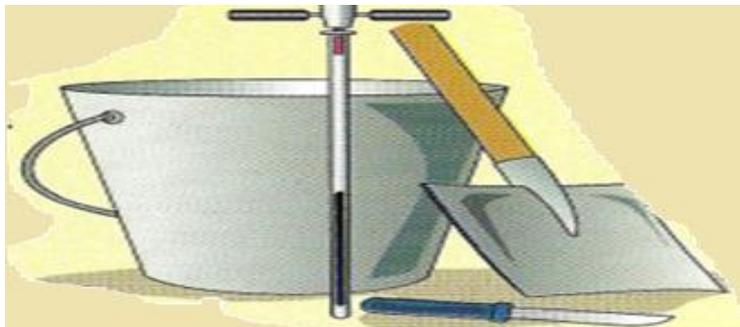
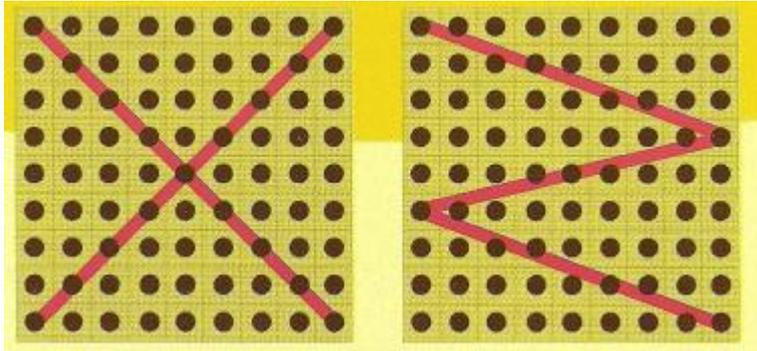


Ilustración 5 implementos del muestreo

Nota: todos los implementos del muestreo deben estar esterilizados.

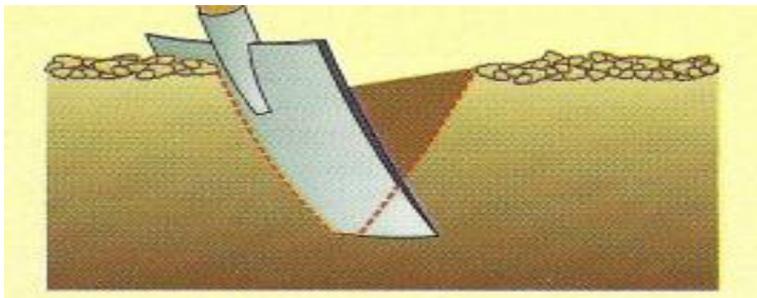
## INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.

5.- Se tomaron aproximadamente 20-25 sub muestras por unidad de muestreo siguiendo un orden sistemático, por ejemplo: en forma de X o de zigzag (eliminar previamente la vegetación superficial).



*Ilustración 6 orden de muestreo (INIA, 2015).*

6.- Al usar la pala se hace un corte en forma de “v” luego, se saca una tajada de suelo de aproximadamente tres centímetros de espesor, eliminando los bordes de ambos costados.



*Ilustración 7 modo de muestreo (INIA, 2015).*

Cada muestra extraída se va agregando al balde o saco. Finalizada la labor en toda el área, las muestras se mezclan para obtener muestras compuestas. De la muestra compuesta se obtiene la muestra de 1 kilo a analizar. Este debe ser almacenado en bolsa plástica para la entrega en el laboratorio con la identificación correspondiente.

## INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.

7.- Se deben adjuntar los siguientes datos:

*Tabla 7 Datos de muestreo (INIA, 2015)*

• Propietario
• Nombre y localidad del predio
• Dirección
• Comuna
• Región
• Identificación de la muestra
• Fecha del muestreo
• Cultivo

8.- Si las muestras no pueden ser enviadas al laboratorio de inmediato, estas deben ser almacenadas en un refrigerador por no más de 5 días, para evitar la distorsión de los resultados.

9.- La toma de muestra se puede hacer en cualquier época del año, siempre y cuando las condiciones del terreno lo permitan.

*Tabla 8 Profundidad del muestreo según el uso del suelo*

USOS DEL SUELO	PROFUNDIDAD DEL MUESTREO
Suelo cultivos anuales (plátano)	20-30 cm
Praderas	10cm
Huertos frutales	70 cm

(INIAP, 2018).

### Análisis de los nutrientes

Los análisis de nutrientes del suelo se realizaron en el laboratorio del INIAP mediante los siguientes métodos:

• <b>Ponteciometrico</b> , para medir el pH del suelo se realizó una relación de suelo y agua destilada mediante un pH metro.
• <b>Fósforo, nitrógeno</b> : fotolorimétrico- azul de fosfomolibdato en extracto Olsen en un pH de 8,5
• <b>Potasio, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn</b> : espectroscopia de absorción atómica en extracto Olsen.

## INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.

• <b>Azufre:</b> turbidimétrico- cloruro de bario (10%) en extracto de fosfato de calcio
• <b>Materia Orgánica:</b> combustión seca
• <b>textura:</b> hidrómetro

### Cálculo de los indicadores

Para realizar el análisis de calidad del suelo se evaluó la relación entre el valor experimental obtenido versus el valor óptimo necesario para el cultivo.

**Índice de calidad** = Valor experimental /valor optimó del cultivo de plátano  
(Coral, 2018)

*Ecuación 2 Índice de calidad del cultivo de plátano*

Dónde:

Si el resultado es:

<1= falta de nutrientes (FN)

>1= exceso de nutrientes (EN)

=1= condiciones óptimas (CO)

(Coral, 2018)

### Índice de absorción de K

$$SKR = \frac{K^+}{raíz * (Ca^+ + Mg)}$$

(Skoog & West, 2002)

*Ecuación 3 Índice de absorción de K*

Dónde:

**K<sup>+</sup>** = meq/100mL

**Ca<sup>+</sup>**= meq/100mL

**Mg** = meq/100mL

### Evaluación de nutrientes en exceso y deficiencia

Para el estudio de la evaluación se determinaron rangos específicos sobre los valores óptimos y experimentales mediante tablas, cálculos matemáticos y gráficos, además se realizó el cálculo de la aplicación de fertilizantes químicos y compost con el fin de comparar su utilidad.

# INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.

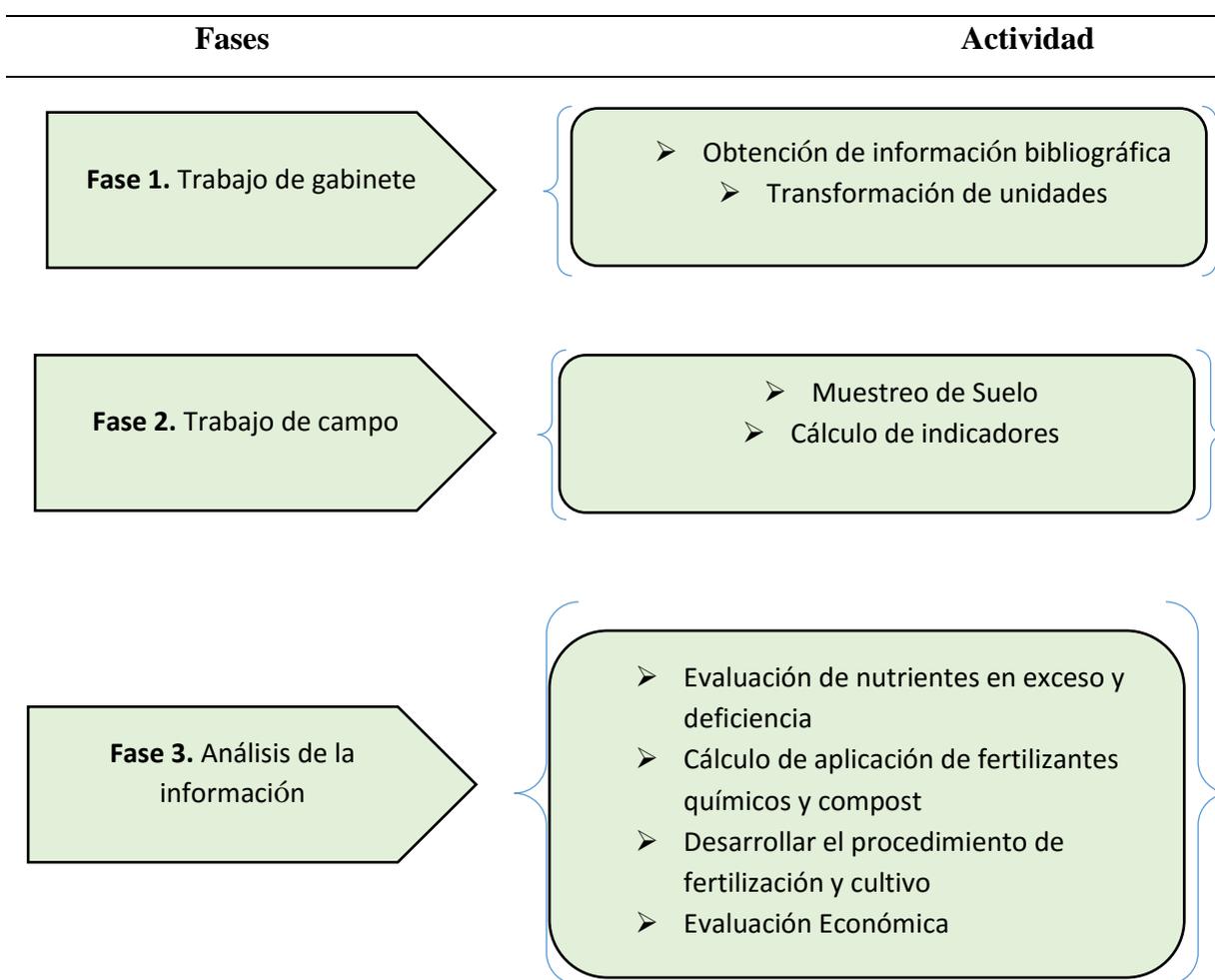
## Procedimientos de fertilización y cultivo

Una vez obtenidos los resultados se procedió al desarrollo de dosificación mensual de cada nutriente, así mismo se establecieron soluciones para conllevar el problema de exceso de los mismos.

## Evaluación económica

Dentro de la evaluación se consideraron los gastos, realizando una comparación de la utilización del fertilizante químico y el compost.

## Resumen de la metodología aplicada

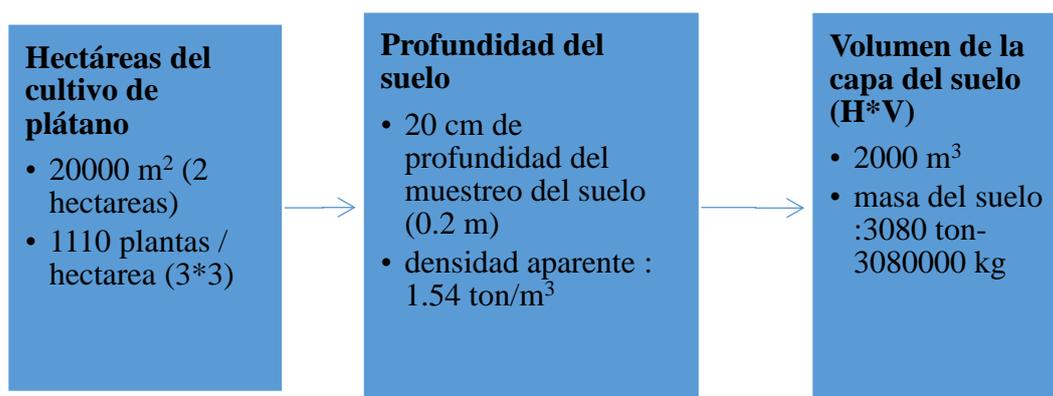


# INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.

## Resultados y discusión

Con los resultados obtenidos en el laboratorio del INIAP se realizaron cálculos teniendo en cuenta el número de hectáreas, el número de plantas, la profundidad del muestreo del suelo, densidad aparente de la zona, volumen de la capa del suelo y el método de sembrío, dando como resultado una masa de suelo a tratar de 3080000 kg.

## Resultados de laboratorio



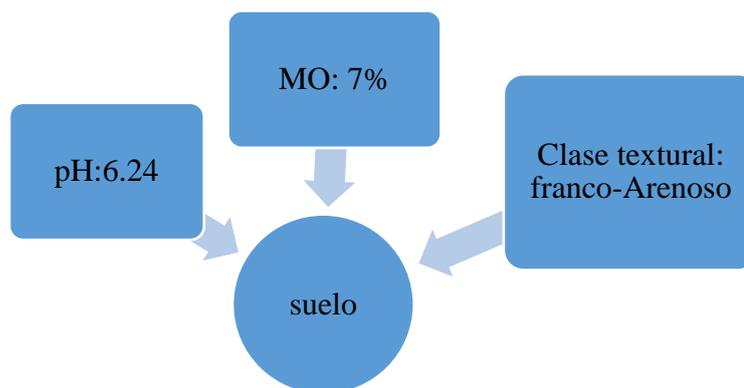
*Ilustración 9 Cálculos del cultivo de plátano de la finca San Jacinto del Búa*

## Datos:

- ✚ Hectáreas del cultivo de plátano: 2 (20000 m<sup>2</sup>)
- ✚ Número de plantas: 1110
- ✚ Profundidad del muestreo del suelo: 20 cm (0,2 m)
- ✚ Densidad Aparente: 1,54 ton/m<sup>3</sup>
- ✚ Volumen de la capa de suelo: 10,000 m<sup>2</sup> \* 0,2 m = 2000 m<sup>3</sup>
- ✚ Masa del suelo: 2000 m<sup>3</sup> \* 1,54 ton/m<sup>3</sup> = 3080 ton
- ✚ Método de sembrío: (3 m\*3m)

Los datos generales como el pH, concentración de materia orgánica y textura del suelo los realizó el laboratorio del INIAP ubicado en Santa Catalina, entregando los siguientes resultados:

**INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.**



*Ilustración 10 resultados generales del suelo de la finca san Jacinto del Búa*

Los resultados de los nutrientes del suelo se determinaron en ppm y meq/100mL, por lo que se procedió a la conversión de unidades a kg, teniendo como resultado la tabla 9

Ejemplo para sacar los kilogramos de nitrógeno necesarios:

**NITRÓGENO**

1.  $10.000\text{m}^2 * 0.2\text{m} = 2000\text{m}^3$
2.  $2000\text{m}^3 * 1.54 \text{ ton}/\text{m}^3 = 3080 \text{ toneladas}$
3.  $3080\text{ton} - 3080000 \text{ kg}$
4.  $3080000 \text{ kg} * 49.00 \text{ mg}/\text{kg} = 150920000 \text{ mg}$
5.  $150920000 \text{ mg} - 150.92\text{kg}$

*Tabla 9 Resultados de los análisis del suelo de la finca San Jacinto del Búa*

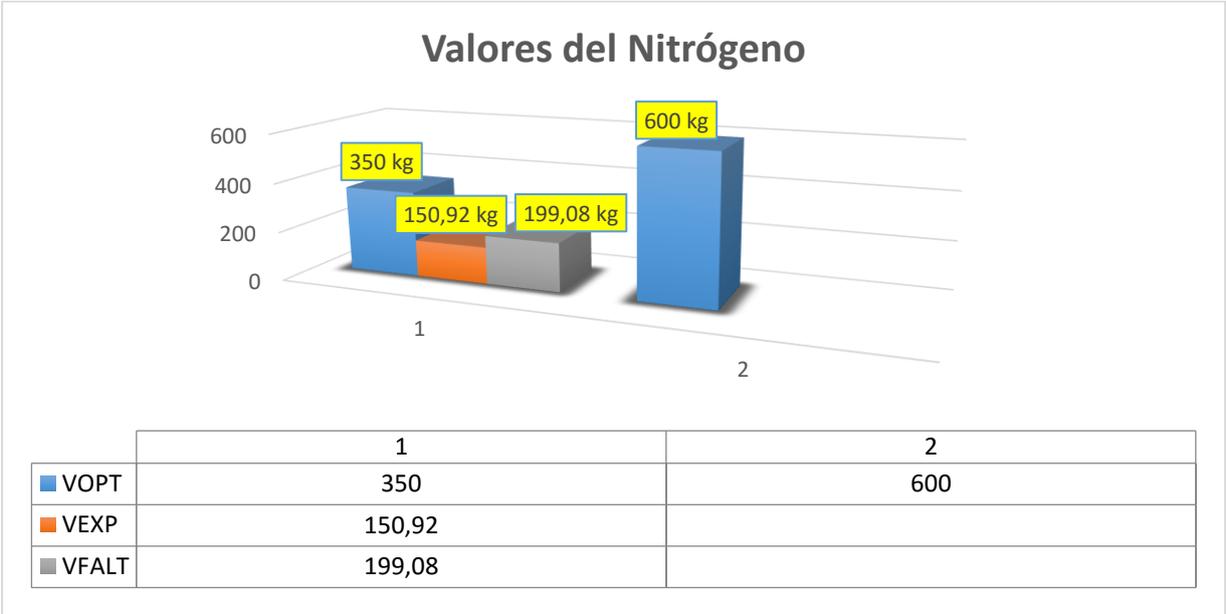
Nutrientes	Valor	Unidad	Conversión	Unidad
<b>N</b>	49.00	ppm	150,92	Kg
<b>P</b>	77.00	ppm	237,16	Kg
<b>S</b>	4.00	ppm	12,32	Kg
<b>K</b>	0.05	meq/100mL	60,214	Kg
<b>Ca</b>	6.60	meq/100mL	4073,73	Kg
<b>Mg</b>	1.50	meq/100mL	561,79	Kg
<b>Zn</b>	7.30	ppm	22,48	Kg
<b>Cu</b>	8.60	ppm	26,48	Kg
<b>Fe</b>	178.00	ppm	548,24	Kg
<b>Mn</b>	2.50	ppm	7,7	Kg
<b>B</b>	1.00	ppm	3,08	Kg

**INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.**

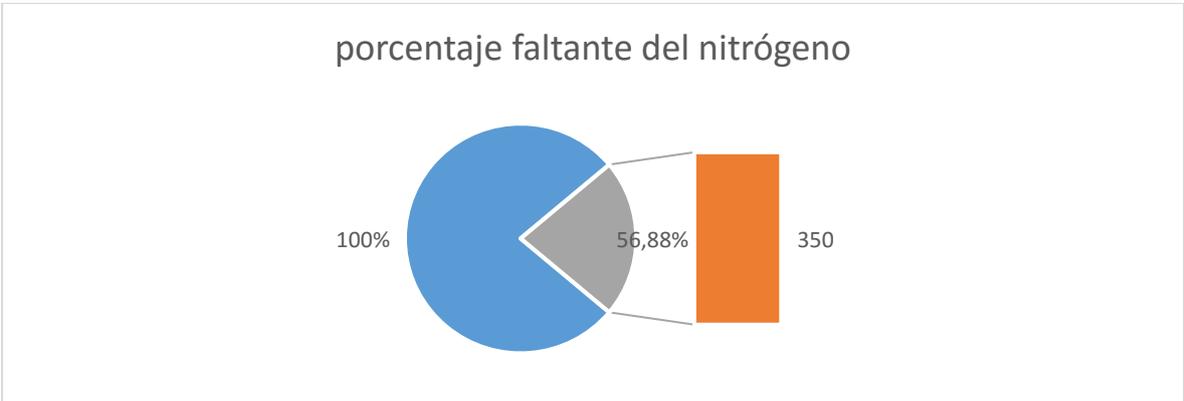
**Nitrógeno**

- 6.  $10.000m^2 * 0.2m = 2000m^3$
- 7.  $2000m^3 * 1.54 \text{ ton}/m^3 = 3080 \text{ toneladas}$
- 8.  $3080\text{ton} - 3080000 \text{ kg}$
- 9.  $3080000 \text{ kg} * 49.00 \text{ mg}/\text{kg} = 150920000 \text{ mg}$
- 10.  $150920000 \text{ mg} - 150.92\text{kg}$

El suelo cuenta con 150.92 kg de nitrógeno en una hectárea de cultivo del plátano, para alcanzar el rango óptimo de nitrógeno se necesitan 199,08 kg de nitrógeno, por lo que existe un faltante de 56, 88 % en peso.



*Ilustración 11 valores del Nitrógeno*



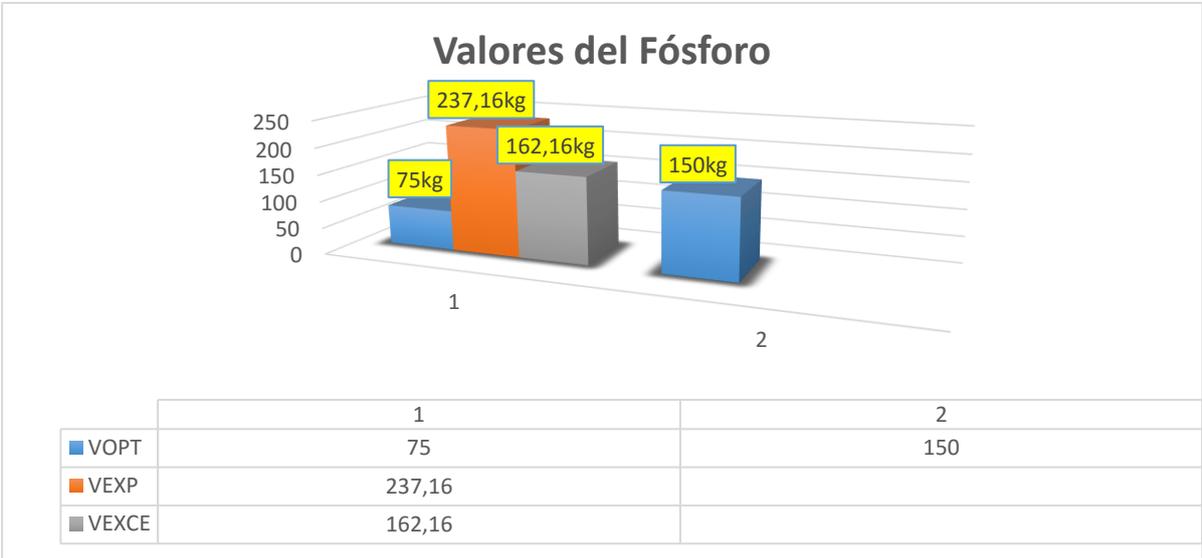
*Ilustración 12 porcentaje faltante del nitrógeno*

**INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.**

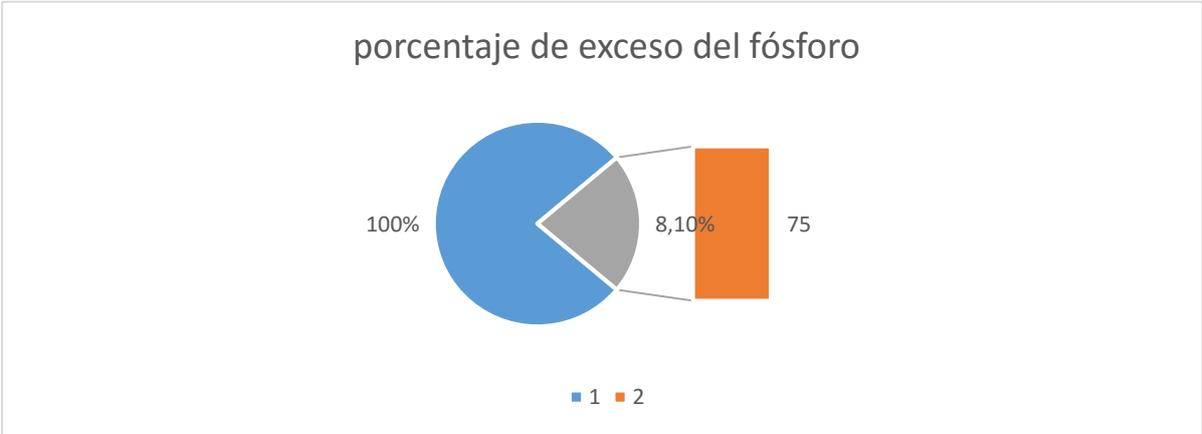
**Fósforo**

1.  $10.000m^2 * 0.2m = 2000m^3$
2.  $2000m^3 * 1.54 \text{ ton}/m^3 = 3080 \text{ toneladas}$
3.  $3080\text{ton} - 3080000 \text{ kg}$
4.  $3080000 \text{ kg} * 77.00 \text{ mg}/\text{kg} = 237160000 \text{ mg}$
5.  $237160000 \text{ mg} - 237.16 \text{ kg}$

El suelo cuenta con 237.16 kg de fósforo en una hectárea de cultivo del plátano, tiene un exceso de 162,16 kg de fósforo, es decir 8,10% de exceso.



*Ilustración 13 valores del Fósforo*



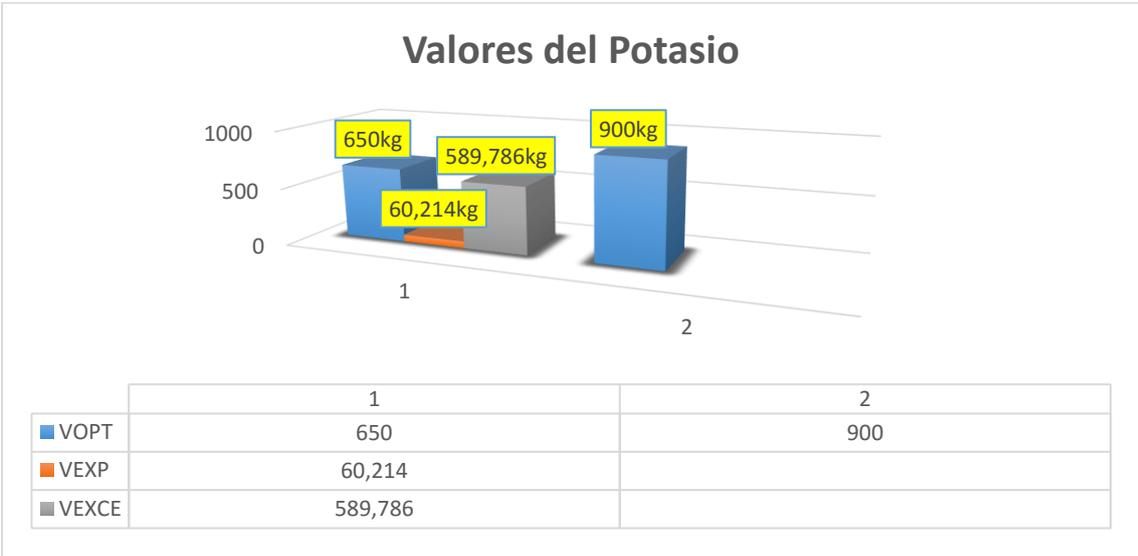
*Ilustración 14 porcentaje de exceso del Fósforo*

**INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.**

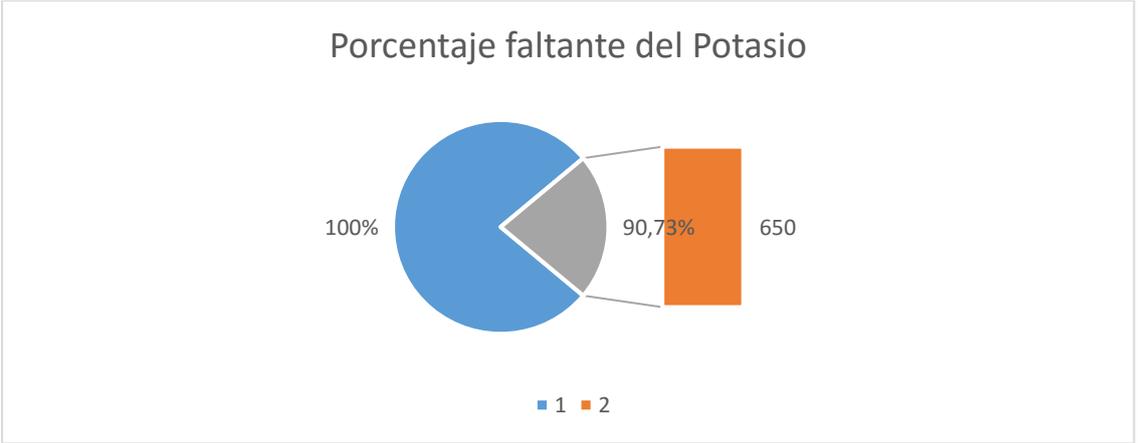
**Potasio**

1.  $10.000\text{m}^2 \times 0.2\text{m} = 2000\text{m}^3$
2.  $2000\text{m}^3 \times 1.54 \text{ ton/m}^3 = 3080 \text{ toneladas}$
3.  $3080\text{ton} - 3080000 \text{ kg}$
4.  $3080000 \text{ kg} \times 19.55 \text{ mg/kg} = 60214000 \text{ mg}$
5.  $60214000 \text{ mg} - 60.214 \text{ kg}$

El suelo cuenta con 60,214 kg de Potasio en una hectárea del cultivo del plátano, tiene un faltante de 589,786 kg de K, es decir una deficiencia de 90,73% P de potasio



*Ilustración 15 valores de Potasio*



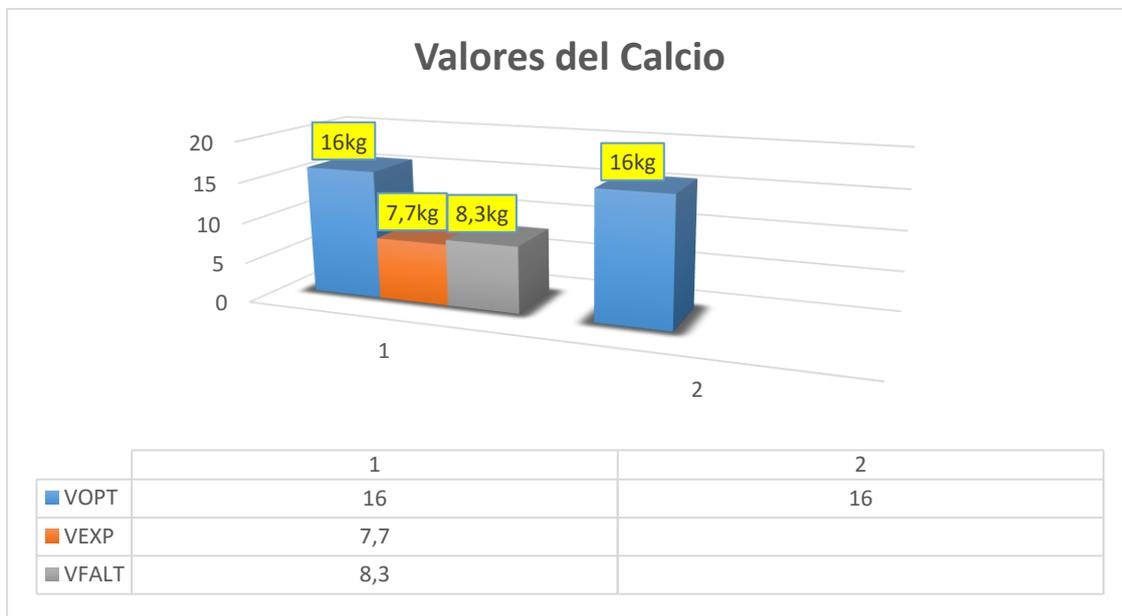
*Ilustración 16 Porcentaje faltante del Potasio*

# INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.

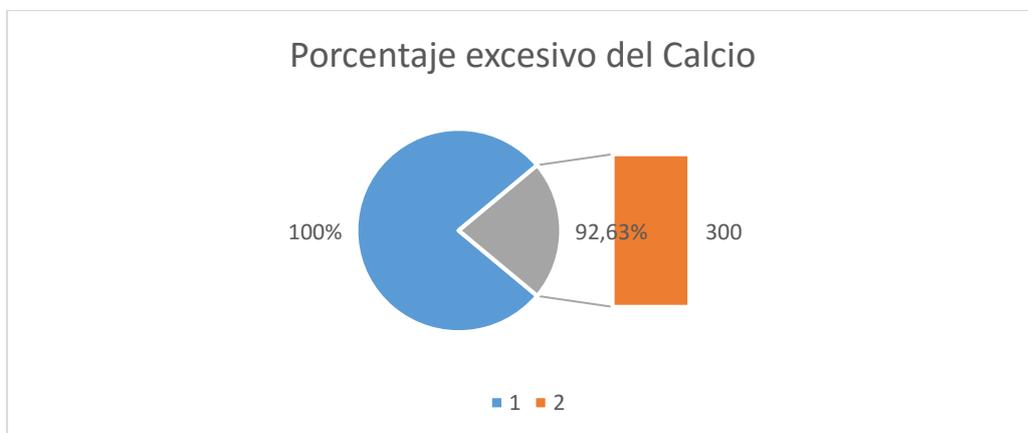
## Calcio

1.  $10.000\text{m}^2 \cdot 0.2\text{m} = 2000\text{m}^3$
2.  $2000\text{m}^3 \cdot 1.54 \text{ ton/m}^3 = 3080 \text{ toneladas}$
3.  $3080\text{ton} = 3080000 \text{ kg}$
4.  $3080000 \text{ kg} \cdot 1322.64 \text{ mg/kg} = 4073731200 \text{ mg}$

El suelo cuenta con 4073,73 kg de Calcio en una hectárea del cultivo del plátano, tiene un exceso de 210,619 kg de Ca, es decir un 92,63%.



*Ilustración 17 valores del Calcio*



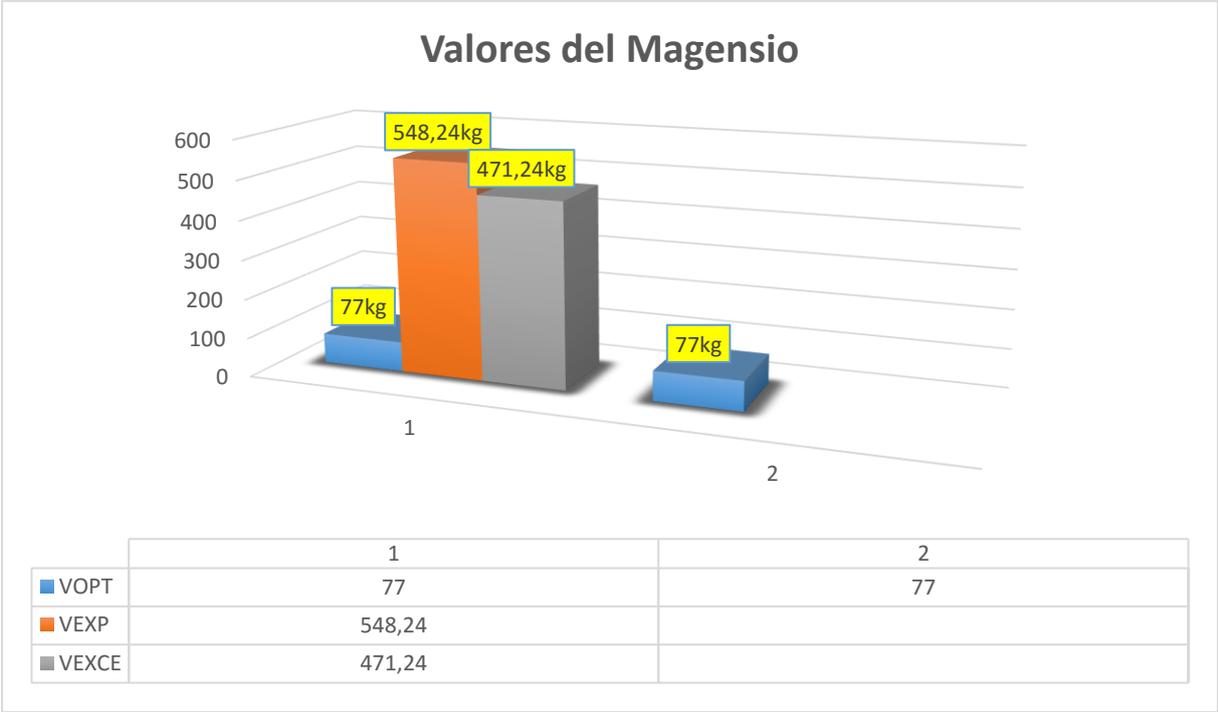
*Ilustración 18 Porcentaje excesivo del Calcio*

**INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.**

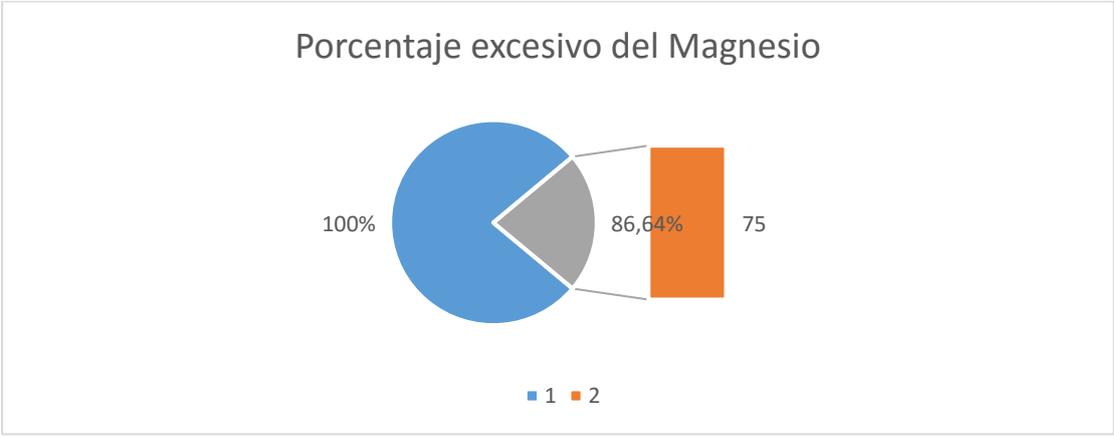
**Magnesio**

1.  $10.000m^2 \cdot 0.2m = 2000m^3$
2.  $2000m^3 \cdot 1.54 \text{ ton}/m^3 = 3080 \text{ toneladas}$
3.  $3080\text{ton} - 3080000 \text{ kg}$
4.  $3080000 \text{ kg} \cdot 182.4 \text{ mg}/\text{kg} = 561792000 \text{ mg}$
5.  $561792000 \text{ mg} - 561.79 \text{ kg}$

El suelo cuenta con 561.79 kg de magnesio en una hectárea del cultivo del plátano, tiene un exceso de 486,79 kg de Mg equivalente al 86,64%.



*Ilustración 19 valores del Magnesio*



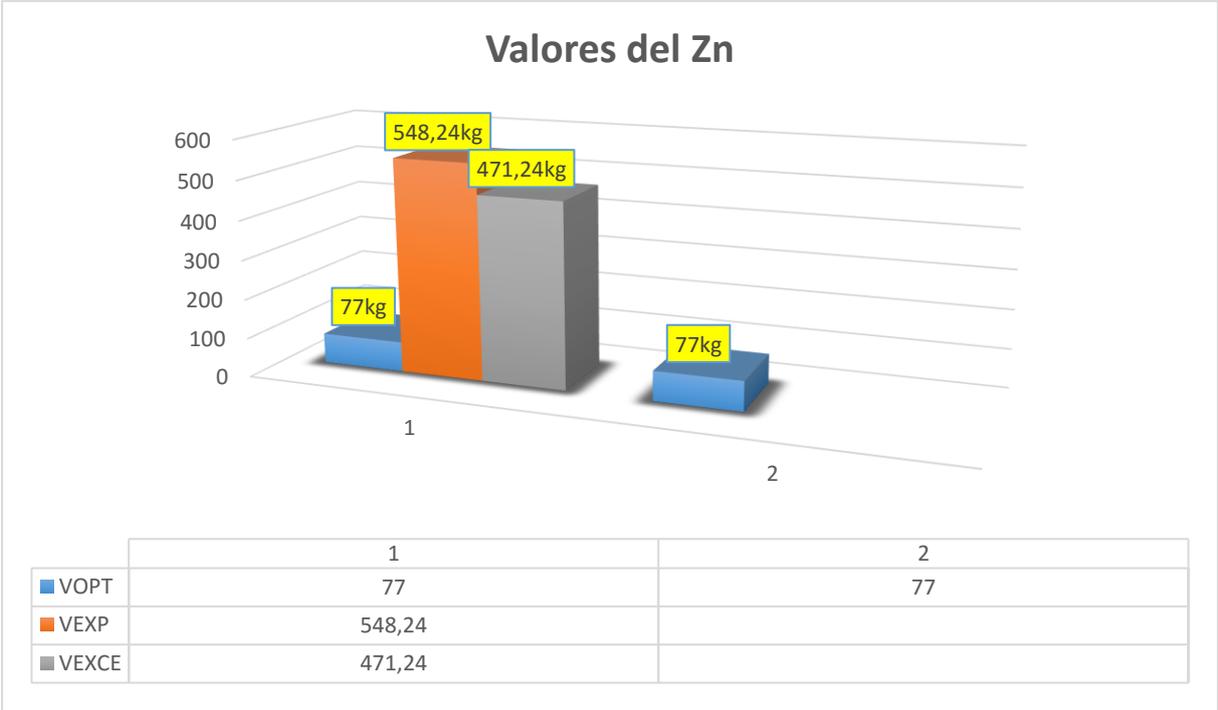
*Ilustración 20 porcentaje excesivo del Magnesio*

**INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.**

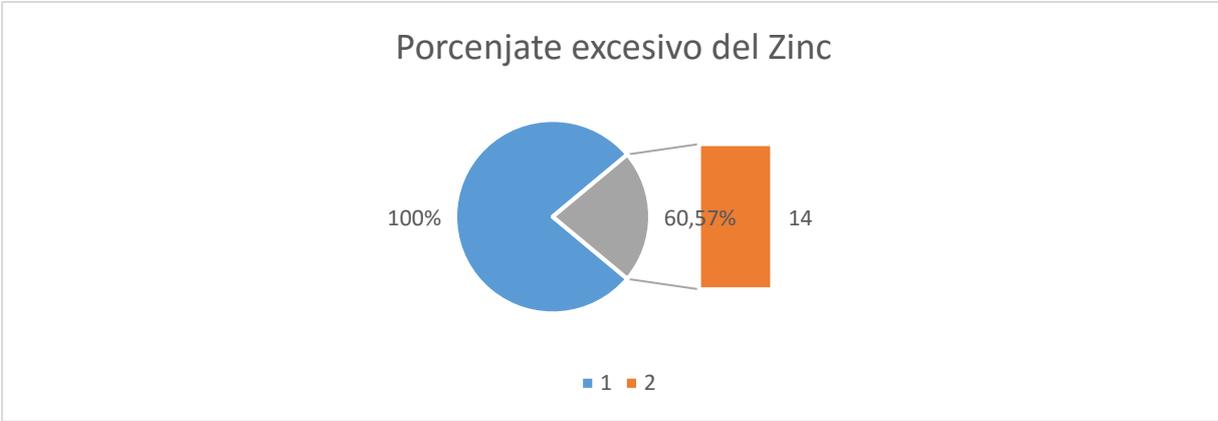
**Zinc**

1.  $10.000\text{m}^2 \cdot 0.2\text{m} = 2000\text{m}^3$
2.  $2000\text{m}^3 \cdot 1.54 \text{ ton/m}^3 = 3080 \text{ toneladas}$
3.  $3080\text{ton} - 3080000 \text{ kg}$
4.  $3080000 \text{ kg} \cdot 7.30\text{mg/kg} = 22484000 \text{ mg}$
5.  $22484000 \text{ mg} - 22.48 \text{ kg}$

El suelo cuenta con 22.48 kg de zinc en una hectárea del cultivo del plátano, teniendo un exceso de 8,48 kg de Zn equivalente al 60,57% P.



*Ilustración 21 Valores del Zinc*



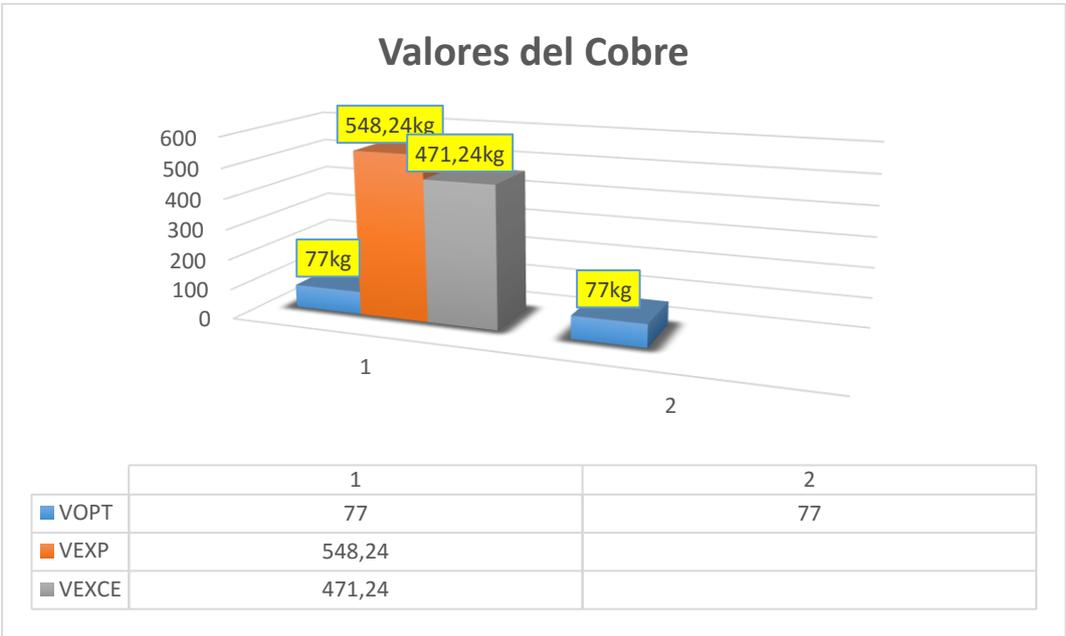
*Ilustración 22 porcentaje excesivo del Zinc*

**INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.**

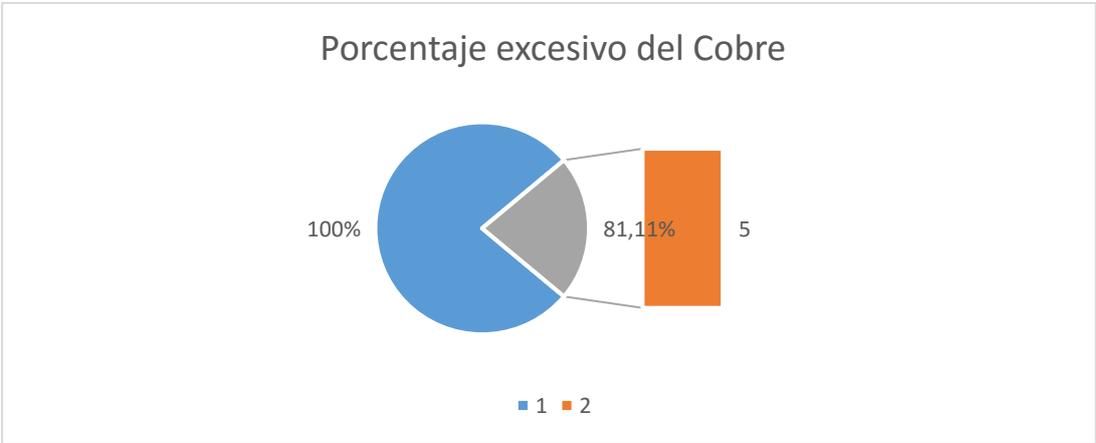
**Cobre**

1.  $10.000 \text{ m}^2 * 0.2\text{m} = 2000\text{m}^3$
2.  $2000\text{m}^3 * 1.54 \text{ ton/m}^3 = 3080 \text{ toneladas}$
3.  $3080\text{ton} - 3080000 \text{ kg}$
4.  $3080000 \text{ kg} * 8.60\text{mg/kg} = 26488000 \text{ mg}$
5.  $26488000 \text{ mg} - 26.48\text{kg}$

El suelo cuenta con 26.48kg de zinc en una hectárea del cultivo del plátano, teniendo un exceso de 21,48 kg de Cu, es decir un 81,11% sobrante.



*Ilustración 23 valores del Cobre*



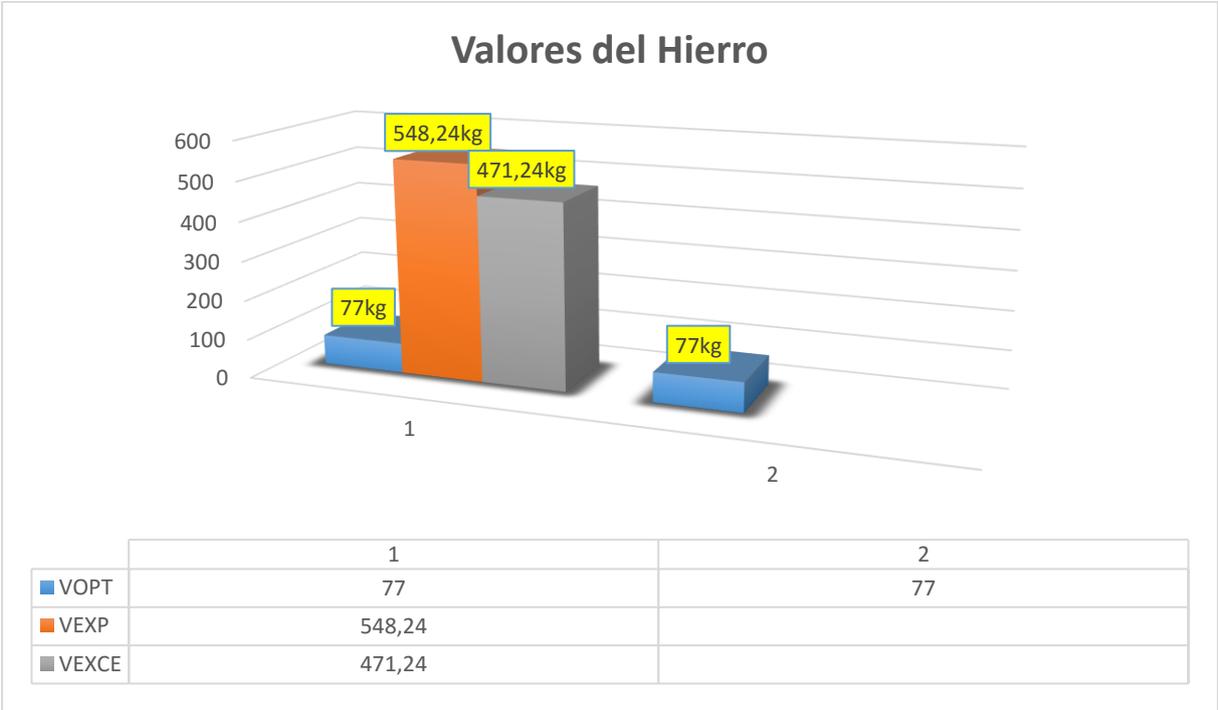
*Ilustración 24 porcentaje excesivo del Cobre*

**INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.**

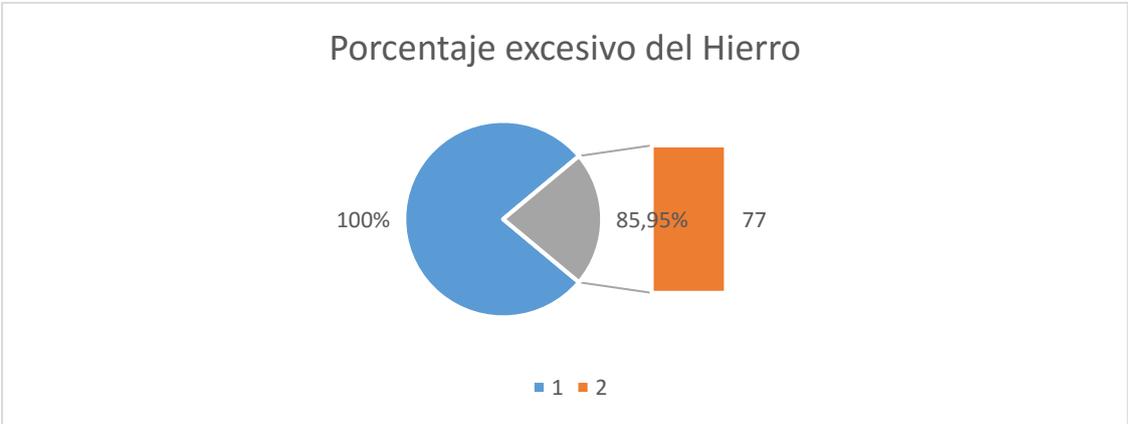
**Hierro**

1.  $10.000\text{m}^2 \cdot 0.2\text{m} = 2000\text{m}^3$
2.  $2000\text{m}^3 \cdot 1.54 \text{ ton/m}^3 = 3080 \text{ toneladas}$
3.  $3080\text{ton} - 3080000 \text{ kg}$
4.  $3080000 \text{ kg} \cdot 178.00\text{mg/kg} = 548240000 \text{ mg}$
5.  $548240000 \text{ mg} - 548.24\text{kg}$

El suelo cuenta con 548.24 kg de hierro en una hectárea del cultivo del plátano, es decir un exceso de 471,24 kg de Fe, equivalente a un 85,95% sobrante.



*Ilustración 25 valores del Hierro*



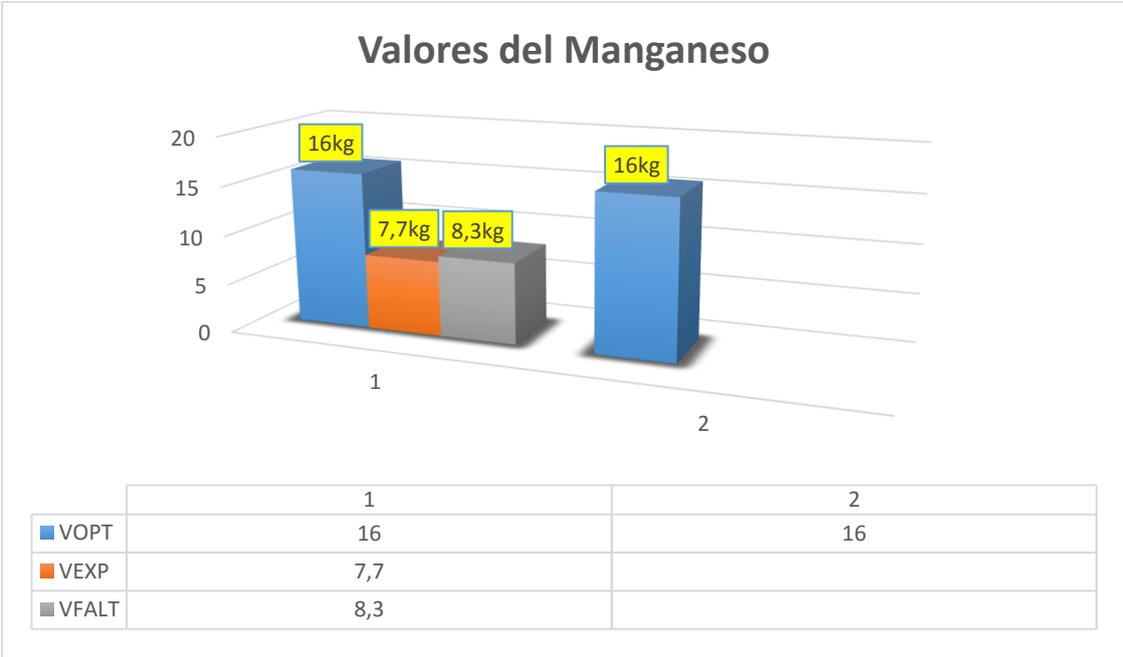
*Ilustración 26 porcentaje excesivo del Hierro*

**INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.**

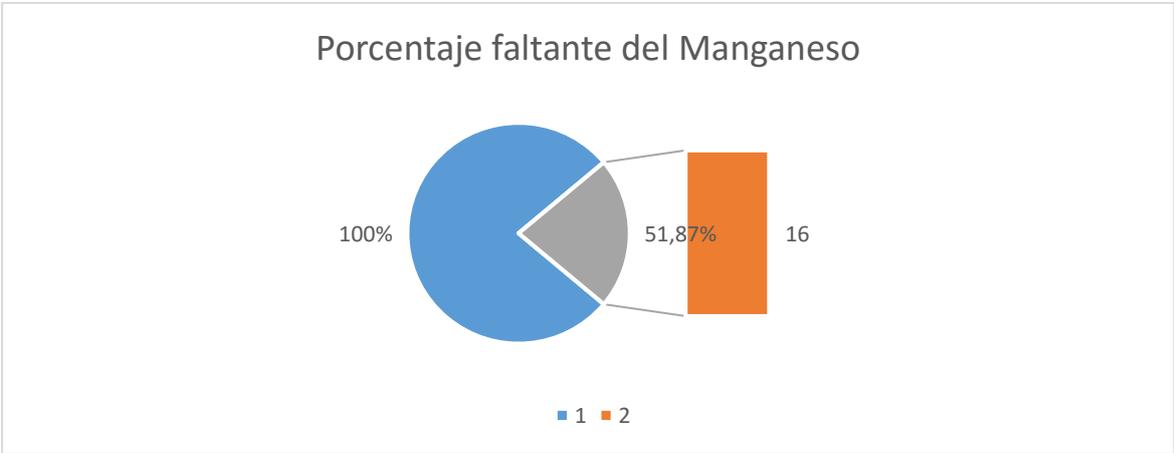
**Manganeso**

1.  $10.000m^2 \cdot 0.2m = 2000m^3$
2.  $2000m^3 \cdot 1.54 \text{ ton}/m^3 = 3080 \text{ toneladas}$
3.  $3080\text{ton} - 3080000 \text{ kg}$
4.  $3080000 \text{ kg} \cdot 2.50\text{mg}/\text{kg} = 7700000 \text{ mg}$
5.  $7700000 \text{ mg} - 7.7\text{kg}$

El suelo cuenta con 7.7 kg de manganeso en una hectárea del cultivo del plátano, teniendo un faltante de 8,3 kg de Mn decir un 51,87% de carestía.



*Ilustración 27 valores del Manganeso*



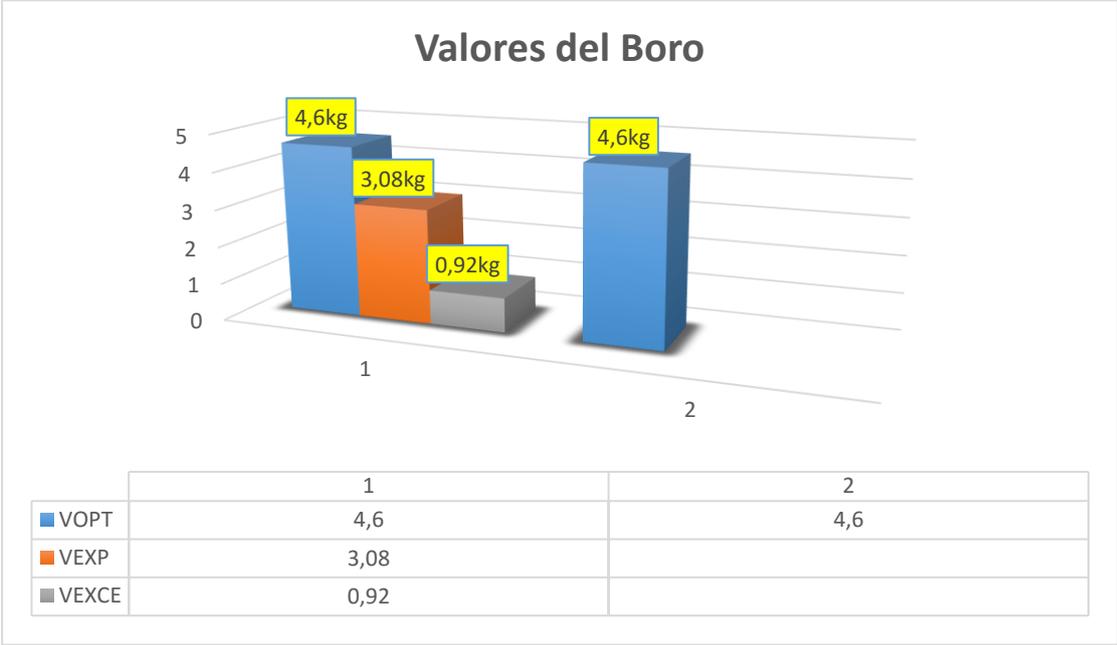
*Ilustración 28 porcentaje faltante del Manganeso*

**INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.**

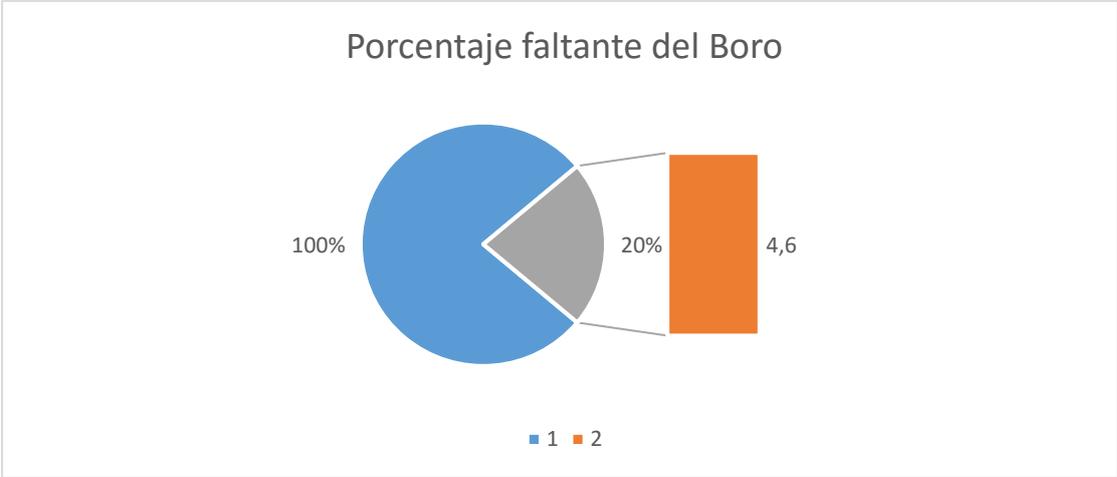
**Boro**

1.  $10.000 \text{ m}^2 * 0.2\text{m} = 2000\text{m}^3$
2.  $2000\text{m}^3 * 1.54 \text{ ton/m}^3 = 3080 \text{ toneladas}$
3.  $3080\text{ton} - 3080000 \text{ kg}$
4.  $3080000 \text{ kg} * 1\text{mg/kg} = 3080000\text{mg}$
5.  $3080000 \text{ mg} - 3.08\text{kg}$

El suelo cuenta con 3.08 kg de manganeso en una hectárea del cultivo del plátano, teniendo un faltante de 0.92 kg de B, con un porcentaje de 20%



*Ilustración 29 valores del Boro*



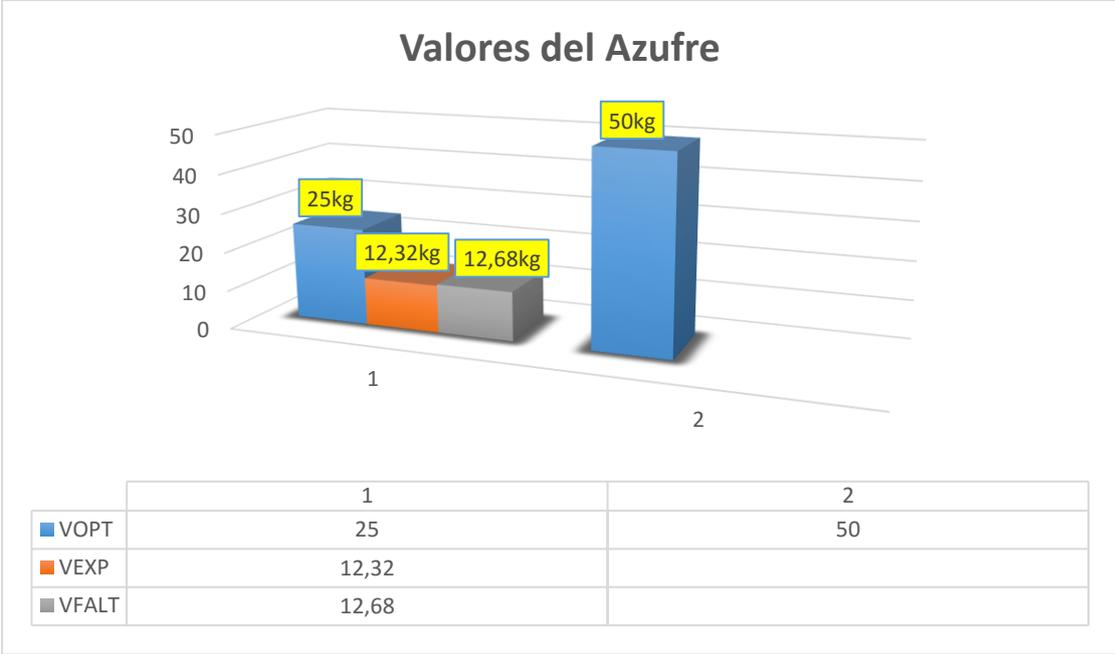
*Ilustración 30 porcentaje faltante del Boro*

**INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.**

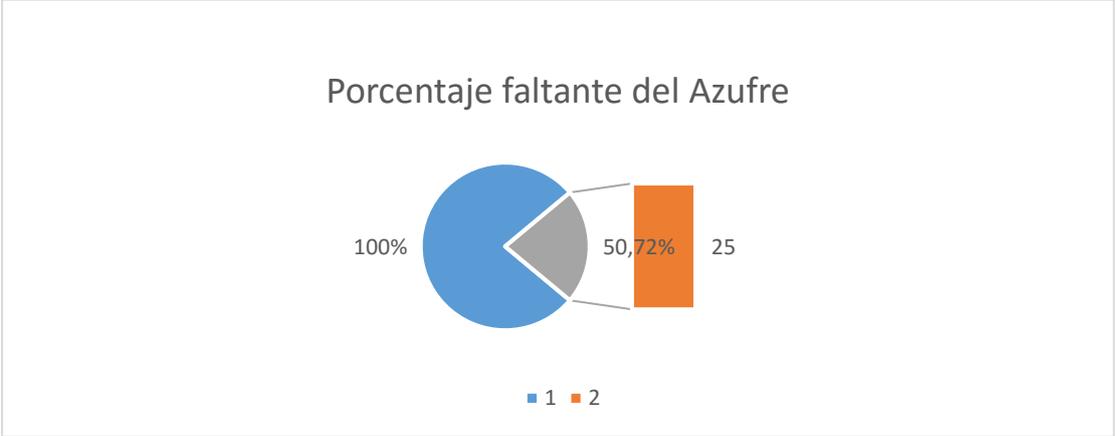
**Azufre**

1.  $10.000m^2 * 0.2m = 2000m^3$
2.  $2000m^3 * 1.54 \text{ ton}/m^3 = 3080 \text{ toneladas}$
3.  $3080\text{ton} - 3080000 \text{ kg}$
4.  $3080000 \text{ kg} * 4.00 \text{ mg}/\text{kg} = 12320000 \text{ mg}$
5.  $12320000 \text{ mg} - 12.32 \text{ kg}$

El suelo cuenta con 12.32 kg de azufre en una hectárea del cultivo del plátano, con un faltante de 12,68 kg, equivalente al 50,72%



*Ilustración 31 valores del Azufre*



*Ilustración 32 porcentaje faltante del Azufre*

# INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.

## Interpretación

Con los datos obtenidos se realizó el cálculo de los indicadores de calidad cuyos resultados se presenta en la tabla 11:

$$IC = VEX/VOP$$

Donde: VEXP es valor experimental en unidades de kilogramos

Y VOP es valor óptimo en unidades de kilogramo

*Tabla 8 Resultados de indicadores de calidad del cultivo de plátano*

NUTRIENTES	INDICADORES	CONDICIÓN
N	0,43	FN
P	1,58	EN
S	0,41	FN
K	0,09	FN
Ca	13,58	EN
Mg	9,36	EN
Zn	10,22	EN
Cu	17,65	EN
Fe	7,12	EN
Mn	0,48	FN
B	0,62	FN

Cinco elementos: N, S, K, Mn y B presentan una deficiencia de nutrientes a diferencia de los demás elementos P, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe que presentan valores en exceso.

En las tablas 11 y 12 se muestran la cantidad y los porcentajes deficientes y excesivos de los nutrientes.

## INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.

Tabla 9 tabla de nutrientes faltantes

NUTRIENTES	KILOGRAMOS	PORCENTAJES EN PESO
Nitrógeno	199,08	56,88%
Potasio	12,68	90,73%
Manganeso	8,3	51,87%
Boro	0,92	20%
Azufre	12,68	50,72%

Tabla 10 tabla de nutrientes excesivos

NUTRIENTES	KILOGRAMOS	PORCENTAJES
Fósforo	162,16	8,10%
Calcio	3853,73	92,63
Magnesio	511,79	86,64%
Zinc	8,48	60,57%
Cobre	21,48	81,11%
Hierro	471,24	85,95%

### Resolución comparativa

Para el cálculo de la cantidad de N, P, y K disponibles en un fertilizante tipo al 16% de N, 6% de P y 12% de K en un saco de 25 kg, se debe tener en cuenta que el porcentaje representa el peso del nutriente en el fertilizante donde:

✚ El contenido de N =  $0.16 \times 25 \text{ kg} = 4 \text{ kg de N}$

El factor de conversión para  $P_2O_5$  es 0.44, así

✚ El contenido de P =  $0.06 \times 0.44 \times 25 \text{ kg} = 0.66 \text{ kg de P}$

El factor de conversión para  $K_2O$  es 0.83, así

✚ El contenido de K =  $0.12 \times 0.83 \times 25 \text{ kg} = 2.5 \text{ kg de K}$

## INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.

Las cantidades disponibles de N, P y K en 25 kg de fertilizante son: 4 kg de N, 0.66 kg de P, 2.5 kg de K. Con la misma metodología se realizaron los cálculos de los demás nutrientes.

Para el cálculo del compostaje se realizó una conversión al peso de porcentajes es decir si en un kilogramo de compostaje hay 1.5% de nitrógeno, esto quiere decir que hay 15 gramos de nitrógeno en un kilogramo de compostaje. De igual manera para los nutrientes que se presentan como unidades las ppm (mg de nutrientes/kg de compostaje).

En la tabla 14 se puede observar la conversión en valores unitarios tanto del compostaje como del fertilizante

*Tabla 11 Cantidad de nutrientes en g/ kilogramos de compostaje y fertilizante químico*

	COMPOST (RSU)	FERTILIZANTE QUÍMICO
Nutrientes	kg/kg de compostaje	kg/kg de fertilizante
Nitrógeno	0,015	0,16
Fósforo	0,01	0,264
Potasio	0,01	0,1
Calcio	0,015	0,188
Magnesio	0,0005	0,15
Azufre	0,0001	0,064
Boro	0,000057	0,1
Zinc	0,0003	0,1
Cobre	0,0006	0,2
Manganeso	0,0005	0,2
Hierro	0,0025	0,231

En la finca se determinó que el valor faltante del nitrógeno es de 199,08 kg /ha teniendo en cuenta que el fertilizante orgánico, en este caso producto del compostaje de residuos sólidos urbanos, disponga de una relación óptima de C/N, se obtiene 0,015 kg de N/ kg de compostaje, a través de lo cual se determinó los kilogramos de compostaje a usar.

**INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.**

*Tabla 12 Resultados de la comparación del compostaje y fertilizantes químicos*

<b>NUTRIENTES FALTANTES</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COMPOSTAJE</b>	<b>COSTO (\$)</b>	<b>FERTILIZANTE QUÍMICO</b>	<b>COSTO (\$)</b>
Nitrógeno	199,08 kg	13266,66kg	10	12, 44 kg	25
Potasio	589,78 kg	2653,33 kg	10	58 kg	17
Manganeso	8,3 kg	2653,33 kg	10	0,5 kg	22,25
Boro	0,92 kg	2653,33 kg	10	0,92 kg	28,75
Azufre	12,68 kg	2653,33 kg	10	2 kg	14
Total		13266,66kg	50	493,62 kg	107

En la tabla 14 se puede observar la comparación de los nutrientes faltantes entre los kilogramos que se necesitaría para fertilizar el cultivo de plátano mediante el compostaje o con fertilizantes químicos, adjuntando el costo total de cada uno de los abonos sea orgánico o químico.

Para los nutrientes en exceso se realizó una investigación sobre la absorción de los mismos en diferentes tipos de plantas, encontrándose que las plantas de naranja tienen la capacidad de absorber estos elementos para su mejor desarrollo; en campo se logró comprobar que en la finca en estudio, que alrededor de cinco (5) plantas de plátano, la siembra de un árbol de naranja presentaba beneficios; las plantas que estaban a su alrededor cuentan con un aspecto de nutrición balanceada, por lo que se determinó que la planta de naranja absorbe los nutrientes excesivos del plátano.

*Tabla 15 Resultados de la comparación del compostaje y fertilizantes químicos*

<b>NUTRIENTES EXCESIVOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PLANTAS DE NARANJA</b>	<b>NÚMERO DE PLANTAS</b>
Fósforo	162,16 kg	12,3 kg/ha	13 plantas
Calcio	3853,73 kg	25,6 kg/ha	150 plantas
Magnesio	511,79 kg	11,6kg/ha	44 plantas
Zinc	8,48 kg	2,1 kg/ha	4 plantas
Cobre	21,48 kg	1,5 kg/ha	14 plantas
Hierro	471,24 kg	2,8 kg/ha	150 plantas
Total		55,9 kg/ha	375 plantas

# INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.

## Conclusiones

Mediante los indicadores de calidad del suelo se determinó que los nutrientes muestreados presentan seis elementos en exceso y cuatro elementos con deficiencias, como se muestra en la tabla 10, en la cual el P, Ca, Mg, Zn, Cu y Fe presentan rangos altos de concentraciones en el suelo, eso explicaría el color de las hojas (amarillas), la tonalidad marrón del suelo, falta de crecimiento de la planta, carencia de frutos y pudrición de la raíz en la Finca en estudio. Por otro lado, los elementos N, S, K, B y Mn muestran bajos niveles de concentración en el suelo, por lo que se concluye que son muy pocos los elementos que necesitarían cubrir los fertilizantes químicos u orgánicos.

Se establecieron valores ambientales y nutrientes óptimos del cultivo de plátano determinando según la tabla 6, la temperatura, el tipo de suelo, la altitud media entre los más importantes encontrándose que la zona de San Jacinto cumple con las condiciones ambientales para el cultivo de plátano, lo que se corrobora con el resultado de pH del suelo 6.24, conociéndose que para el cultivo se necesita un pH de 6.5 con una tolerancia de 5.6 a 7.4; se dispone de un suelo franco arenoso, lo cual también es adecuado para el cultivo de plátano, con un contenido de materia orgánica del 7%, lo que indica un valor alto para este tipo de suelo.

Sin embargo, se logró determinar que la principal dificultad que presentan estos suelos es que no son completamente planos, por lo que la absorción de nutrientes es diferente en las zonas que lo componen debido a su desnivel. Los valores óptimos para el cultivo del plátano se obtuvieron del Manual Técnico de Agrocalidad al igual que las condiciones ambientales óptimas.

Se concluye que los datos de insuficiencia de nutrientes son menores proporcionalmente a los de los excedentes que presentan concentraciones elevadas, lo que explicaría el desorden elemental del suelo. El Boro fue el único elemento que estuvo a 0,7 kg, de estar en condiciones óptimas, al contrario del Calcio que fue el elemento más concentrado en la tierra por lo que es posible que las estomas se cierran por un exceso de calor causando una quemadura superficial, confundiéndola con un síntoma de carencia de dicho elemento.

Una comparación entre los aportes de nutrientes del compostaje y los fertilizantes químicos, muestra la cantidad mínima para cubrir las necesidades del suelo con compostaje de

## **INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.**

RSU o con fertilizante químico, estableciendo los costos de cada uno de ellos; se determinó que el costo del uso del compostaje está alrededor de \$10, tomando en cuenta que esta cantidad es un aproximado, ya que variará según el tipo de residuo, en este caso es factible realizar mezclas para obtener una relación de C/N de 61:1 en combinación con un material de gallinaza de 18:1 dando como resultado un C/N de 43:1, con lo cual se logra una relación C/N equilibrada.

Se demostró que el uso de compostaje es económica y ambientalmente más positivo. Desde el punto de vista económico, el uso de fertilizantes químicos implica un costo de \$57 por hectárea superior. En tanto que el compostaje aprovecha residuos, minimizando su disposición en rellenos sanitarios, valorizando un residuo y aprovechando una materia prima sin costo. Sin embargo, es necesario tener en cuenta el conocimiento adecuado del manejo del residuo para no tener elevaciones graves de carbono o nitrógeno.

Para los nutrientes en exceso se implementó la idea de sembrar plantas de naranjas ya que se pudo comprobar en la plantación que son adecuadas absorbiendo principalmente calcio. Del cálculo realizado con el área de la plantación, se estableció que para optimizar los nutrientes en exceso es necesario sembrar 375 plantas, una cada 10 plantas de plátano, al momento ya se han plantado 150, y han mostrado una mejora en la calidad de producción efectiva del plátano de la Finca.

# **INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.**

## **Recomendaciones**

Las medidas de protección ambiental (suelo) deben orientar la actividad humana, con el propósito de hacer compatibles las estrategias de desarrollo económico y social, con las de preservación del suelo. El aprovechamiento de residuos en la actividad agrícola, si bien no es nuevo, si es una manera ambiental y económicamente rentable de mejorar la calidad del suelo en las plantaciones de plátano, por tal razón se recomienda el uso de este medio de fertilización.

Para el proceso de compostaje de RSU se recomienda el uso y aplicación de las tablas de relación C/N para concretar un compostaje adecuado teniendo en cuenta los criterios de calidad de suelo previamente establecidos.

Se recomienda a la finca en estudio continuar con la implementación de la siembra de plantas de naranja, manteniendo un control de la calidad del suelo para verificar los resultados de esta medida sugerida.

Es necesario informar a los agricultores sobre los beneficios el uso del compostaje y de los fertilizantes químicos para que puedan determinar, de acuerdo a sus condiciones operativas, cuál de los dos usar.

La finca en estudio debe realizar un análisis de composición, micro y macronutrientes del suelo cada año para establecer las condiciones de los nutrientes y tomar medidas al respecto.

# INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.

## Bibliografía

- AGROCALIDAD. (Noviembre de 2013). Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. *Guías de Buenas Prácticas agrícola para plátano*, 17. Obtenido de Agrocalidad.com.
- Agrolanzarote. (2012). fertilizantes químicos. *Cabildo de Lanzarote*, 1-2.
- Atlas Rural del Ecuador. (2017). *Atlas Rural del Ecuador*. Quito: instituto geográfico militar del Ecuador 2017.
- Baridón, E., Vailatti, R., & Villarreal, J. (2017). Fertilización de banano (*Musa paradisiaca* L.) en Formosa. *Argentina: Rendimientos y resultados económicos*, 13.
- Casco, E. (2015). "DETERMINACIÓN DE CARBONO Y NITRÓGENO DE LOS RESIDUOS. Quito: Uisek.
- COLINAGRO. (2014). Consideraciones generales para la fertilización del cultivo de plátano. *Revitaliza la Agricultura*, 12-20.
- Coral, K. (10 de Octubre de 2018). Índice de calidad. (G. Castillo, Entrevistador)
- ESPOL. (2007). *Monitoreo in vitro del potencial de cinco nutrientes ( B. Mn.Zn.Cu)*. Guayaquil: ESPOL.
- FAO. (2013). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Fernández, A. (1995). *El banano en Ecuador*. Guayaquil : CSC.
- FERTIZA. (2015). *FERTIZA fertilización con compostaje*. Obtenido de FERTIZA.
- Freund, D. (Enero de 2007). *Bananas*. Obtenido de Bananas *Musa sapientum*: <http://www4.ncsu.edu/~wthurman/are311/Presentations/Freund-bananas.pdf>
- Haug, R. T. (1993). *The Practical Handbook of Compost Engineering*. Lewis Publishers.
- INAMHI. (15 de junio de 2014). *Boletines Climáticos y Agrícolas*. Obtenido de Boletines Climáticos y Agrícolas: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/boletines-climaticos-y-agricolas/>
- Infomusa. (2000). La Revista Internacional sobre Banano y Plátano . *INFOMUSA*, 28.
- INIA. (2015). *Laboratorio de suelos y nutrición vegetal*. Obtenido de muestreo del suelo.
- INIAP. (11 de enero de 2018). *INIAP ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA* . Obtenido de Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias : <http://www.iniap.gob.ec/>
- Jara, R., & Caseres, P. (3 de Abril de 2012). *repositorio de la universidad estatal de Milagro*. Obtenido de repositorio de la universidad estatal de Milagro: <http://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/954/3/CREACI%C3%93N%20DE%20UNA%20MICROEMPRESA%20DE%20VENTA%20DE%20PRODUCTOS%20PARA%20EL%20CULTIVO%20DE%20BANANO%20EN%20EL%20CANTON%20MILAGRO.pdf>
- MIDINRA. (1983). El plátano. En M. Dávila , *El plátano* (págs. 1-3). Nicaragua: IICA.
- MINAM. (2013). *Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM y Fe de Erratas*. Lima : El peruano .
- Robinson, J., & Galan, V. (2012). plátanos y bananas. En J. Robinson, & V. Galan, *plátanos y bananas* (pág. 28). España: Mundi-prensa.

**INDICADORES QUÍMICOS DE CALIDAD DE SUELO CON FINES DE OPTIMIZACIÓN DEL CULTIVO DE PLÁTANO UTILIZANDO COMPOST DE RESIDUOS URBANOS EN UNA FINCA SAN JACINTO- SANTO DOMINGO.**

Skoog, D., & West, D. (2002). Introducción a la química analítica . En D. Skoog, & D. West, *Introducción a la química analítica* (págs. 342-345). Mexico: Reverté.

Tazán, L. (2003). *El cultivo de plátano en el Ecuador*. Guayaquil: Raíces.