



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
EXTENSIÓN EN EL CARMEN
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



Creada Ley No 10 – Registro Oficial 313 de Noviembre 13 de 1985

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO

AGROPECUARIO

TEMA

CALCIO, BORO Y AZUFRE EN LA MORFO-FISIOLOGÍA Y
PRODUCCIÓN EN CULTIVO ESTABLECIDO DE PLÁTANO
BARRAGANETE (*Musa AAB*)

Carlos Wilson Vélez Mera

AUTOR

Ing. Jorge Vivas Cedeño

TUTOR

El Carmen, Septiembre del 2018

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

El suscrito Tutor

Ing. Jorge Vivas Cedeño, en calidad de tutor académico DESIGNADO POR LA Comisión académica de la extensión, y por el coordinador de la carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO que el presente trabajo de investigación con el tema: **CALCIO, BORO Y AZUFRE EN LA MORFO-FISIOLOGÍA Y PRODUCCIÓN EN CULTIVO ESTABLECIDO DE PLÁTANO BARRAGANETE (*Musa* AAB)**, ha sido elaborado por el egresado: Carlos Wilson Vélez Mera, con el asesoramiento pertinente de quien suscribe este documento, el mismo que se encuentra habilitado para su presentación y defensa correspondiente.

Es todo lo que puedo decir en honor a la verdad.

El Carmen, Septiembre del 2018

Ing. Jorge Vivas Cedeño

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTORIA

Yo, Carlos Wilson Vélez Mera, con cédula de ciudadanía 080423559-6, egresado de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión El Carmen, de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, declaro que las opiniones, criterios y resultados encontrados en la aplicación de los diferentes instrumentos de investigación, que están resumidos en las conclusiones y recomendaciones de la presente investigación con el tema: **CALCIO, BORO Y AZUFRE EN LA MORFO-FISIOLOGÍA Y PRODUCCIÓN EN CULTIVO ESTABLECIDO DE PLÁTANO BARRAGANETE (*Musa AAB*)**, son información exclusiva su autor, apoyado por el criterio de profesionales de diferentes índoles, presentados en la bibliografía que fundamenta este trabajo; al mismo tiempo declaro que el patrimonio intelectual del trabajo investigativo pertenece a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Extensión El Carmen.

Carlos Wilson Vélez Mera

AUTOR



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

EXTENSIÓN EN EL CARMEN

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Creada Ley No 10 – Registro Oficial 313 de Noviembre 13 de 1985



APROBACIÓN TRABAJO DE TITULACIÓN

Los miembros del tribunal examinador aprueban el informe de investigación sobre el tema:
CALCIO, BORO Y AZUFRE EN LA MORFO-FISIOLOGÍA Y PRODUCCIÓN EN CULTIVO ESTABLECIDO DE PLÁTANO BARRAGANETE (*Musa* AAB), de su autor:
Carlos Wilson Vélez Mera, de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria.

El Carmen, Septiembre del 2018

Ing. Francel López Mejía

PRESIDENTE TRIBUNAL

Ing. Jorge Vivas Cedeño

TUTOR

Ing. Leonardo Avellán

MIEMBRO DE TRIBUNAL

Ing. Yosbel Lazo Roger

MIEMBRO DE TRIBUNAL

Ing. Randy Cedeño

MIEMBRO DE TRIBUNAL

DEDICATORIA

Dedicado principalmente a Dios, por la vida brindada a este servidor, y por permitirme el haber culminado una etapa más de mi formación profesional; También va dedicado para las personas más importantes de mi vida, a los cuales quiero mucho:

A mi madre Janirita, motor de este logro.

A mi novia Sandy Cusme, mi pilar, mi fuerza, mi motivación.

A mis queridos hermanos Kenndy Dayeth, José Manuel y Aury Rosario.

A mi padre Wilson, a quien llevo en mi corazón siempre, donde quiera que él esté.

A mis hermosos y traviesos sobrinos, ellos son la alegría mis días.

A mis apreciados padrinos Miriam, Carlos y Verónica.

A mi abuelita Rosa, mi ángel en el cielo.

Y cómo no dedicarle este trabajo a mi tutor, amigo y mentor, Ing. Jorge Vivas Cedeño, quien con sus conocimientos científicos y experiencias técnicas y profesionales aportó mucho para la realización de este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento infinito a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, por haberme acogido y forjado en sus aulas, a los docentes quienes lograron cambios importantes en mi vida, a mis compañeros, los cuales con sus acciones y palabras a lo largo de estos años forjaron mi espíritu con paciencia, fuerza, esperanza, lucha y cambio. Un agradecimiento especial a las personas que estuvieron apoyándome cuando más lo necesitaba:

A mis padrinos de bautizo, Ciro y Alicia.

A mi familia, por apoyarme incondicionalmente.

A mis tíos Rosa Mera y Germán Vélez, mis segundos padres.

A la Ing. Clara Pozo, a mis amigos Fabricio Bazurto y Héctor Zambrano.

A los Doctores Justo Rojas, Yosbel Lazo y Wandember Velasteguí.

A mi abuela Mariana Briones, a mi primo Pedro Luis.

A todos mis amigos y amigas.

Cómo no agradecer a mis padrinos Carlos Moreira, Verónica Taipe y Miriam Zambrano, por creer en mí y ser mis amigos. Gracias por el apoyo emocional y académico, con sus charlas, ejemplos y consejos me impulsaron siempre a levantarme, y a seguir adelante.

ÍNDICE

PORTADA	i
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS	vi
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE ANEXOS	x
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO I	16
1. MARCO TEÓRICO	16
1.1 Antecedentes.....	16
1.2 Situación del cultivo.....	16
1.2.1 A nivel mundial.....	16
1.2.2 A nivel nacional.....	17
1.3 Generalidades del cultivo.....	17
1.3.1 Descripción botánica de la planta.....	17
1.3.2 Clasificación taxonómica.....	18
1.4 Nutrientes.....	18
Aplicación de Fertilizantes.....	19
1.5 Métodos de aplicación.....	19
1.5.1 Aplicación de fertilización edáfica.....	20
1.5.2 Formas de aplicación edáfica de fertilizantes.....	20
1.6 Calcio (Ca).....	20
1.7 Boro (B).....	22

1.8	Azufre (S).....	23
1.9	Variables de investigación	24
1.9.1	Morfo-fisiología de la planta.....	24
1.9.2	Producción de la planta	24
CAPÍTULO II		25
2	DIAGNÓSTICO O ESTUDIO DE CAMPO	25
2.1	Ubicación del ensayo	25
2.2	Características de la zona de la investigación	25
2.2.1	Localización geográfica	25
2.2.2	Características climáticas y edáficas	25
2.3	Variables.....	26
2.3.1	Variables Independientes	26
	Niveles de fertilización	26
	Fertilización	26
2.3.2	Variables Dependientes.....	26
	Morfo-fisiología.....	26
	Perímetro del pseudotallo	26
	Número de hojas a la floración	27
	Número de hojas a la cosecha.....	27
	Área foliar	27
	Producción.....	27
	Peso de racimos.....	27
	Peso de dedos.....	27
	Número de dedos	27
	Número de dedos exportables.....	28
	Ratio de conversión: Racimos-Caja tipo “A”	28
2.4	Características de la Unidad Experimental	28

2.5	Distribución de los tratamientos.....	28
2.6	Diseño Experimental	29
2.7	Análisis Estadístico	29
2.8	Instrumentos de medición aplicados	30
2.8.1	Materiales de campo.....	30
2.8.2	Materiales de oficina	30
2.8.3	Equipo de muestreo	30
2.9	Manejo del Ensayo	31
2.9.1	Labores culturales	31
2.9.2	Evaluación y recolección de datos	32
CAPÍTULO III.....		33
3	EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	33
3.1	Morfo-fisiología	33
3.1.1	Perímetro del pseudotallo.....	33
3.1.2	Número de hojas a la floración	33
3.1.3	Número de hojas a la cosecha	34
3.1.4	Área foliar	34
3.2	Producción	35
3.2.1	Peso de racimos.....	35
3.2.2	Peso de dedos	36
3.2.3	Número de dedos.....	37
3.2.4	Número de dedos exportables	38
3.2.5	Ratio de conversión: Racimos-Caja tipo “A”	39
CONCLUSIONES.....		40
RECOMENDACIONES		41
BIBLIOGRAFÍA.....		xvi
ANEXOS.....		xxiii

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características climáticas y edáficas de la zona del experimento	25
Tabla 2: Características de la Unidad experimental	28
Tabla 3: Esquema de los tratamientos del experimento	29
Tabla 4: Esquemmatización del ADEVA	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Peso de racimos por tratamiento	35
Figura 2: Peso de dedos por tratamiento	36
Figura 3: Número de dedos por tratamiento	37
Figura 4: Número de dedos exportables por tratamiento	38
Figura 5: Ratio de racimos/cajas tipo "A"	39

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Análisis de la varianza de perímetro de pseudotallo.....	xxiii
Anexo 2: Análisis de la varianza del número de hojas a la floración.....	xxiii
Anexo 3: Análisis de la varianza del número de hojas a la cosecha.....	xxiii
Anexo 4: Análisis de la varianza del área foliar.....	xxiii
Anexo 5: Análisis de la varianza del peso de racimos	xxiii
Anexo 6: Análisis de la varianza de peso de dedos.....	xxiv
Anexo 7: Análisis de la varianza de número de dedos.....	xxiv
Anexo 8: Análisis de la varianza de dedos exportables	xxiv
Anexo 9: Análisis de la varianza de ratio racimos/ caja tipo "A"	xxiv
Anexo 10: Montaje del experimento	xxiv
Anexo 11: Fertilización	xxv
Anexo 12: Labores culturales: Deschante	xxv
Anexo 13: Fase de cosecha.....	xxv
Anexo 14: Labores culturales: Resiembra y control de plagas	xxv

Anexo 15: Desmane de dedos exportables	xxv
Anexo 16: Toma de datos en plantación	xxv
Anexo 17: Análisis de suelos previos a la investigación 1	xxv
Anexo 18: Peso de raquis y cajas tipo "A"	xxv
Anexo 19: Análisis foliares previos a la investigación	xxv
Anexo 20: Análisis de suelos previos a la investigación 2.....	xxv
Anexo 21: Análisis foliar T1	xxv
Anexo 22: Análisis foliar T2	xxv
Anexo 23: Análisis foliar T3	xxv
Anexo 24: Análisis foliar T4	xxv
Anexo 25: Análisis foliar T5	xxv
Anexo 26: Análisis foliar T6	xxv
Anexo 27: Análisis foliar T7	xxv
Anexo 28: Análisis foliar T8	xxv

RESUMEN

Mundialmente el plátano no sólo es alimento básico en varios países tropicales, también es fuente principal de ingresos a sus habitantes y generador de divisas para estas naciones. En Ecuador se cultiva plátano en la provincia de Manabí, aunque con promedios productivos muy bajos derivados de una pésima fertilización, encontrándose en desventaja frente a países competidores. Para elevar estos parámetros se necesita aplicar fertilizaciones completas, no sólo la tradicional N-P-K. Por tal motivo, en la finca modelo “Particular” del cantón El Carmen se realizó un trabajo de investigación cuyo objetivo fue determinar la influencia de Calcio, boro y azufre en la morfo-fisiología y producción en cultivo establecido de plátano barraganete (*Musa* AAB). Cada nutriente se aplicó en dosis nula, media y alta. Estas dosis fueron de 0-20-40 kg ha⁻¹ en Calcio y azufre respectivamente, mientras en boro fueron de 0-5-10 kg ha⁻¹. Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar, (DBCA), con ocho tratamientos y tres repeticiones. En las variables morfo-fisiológicas no existieron diferencias estadísticas, no así para las variables productivas. El T7, con las dosis de 20-0-20 kg ha⁻¹ de Calcio, boro y azufre obtuvo resultados altamente significativos en las variables de peso de racimos con 11,97 Kg, peso de dedos con 10,97 Kg, número de dedos con 30,67, dedos exportables con 28,53 y en el ratio de conversión con 2,15 racimos para producir una caja de exportación tipo “A” de 23,64 Kg, lo que indica que estos elementos sí tienen influencia sobre la producción del cultivo.

Palabras clave: Rendimiento, fertilización, *musaceae*, micronutrientes.

ABSTRACT

Globally, the plantain is not only staple food in several tropical countries, it is also the main source of income for its inhabitants and a generator of foreign exchange for these nations. In Ecuador plantain is cultivated in the province of Manabí, although with very low production averages derived from a bad fertilization, being at a disadvantage compared to competing countries. To raise these parameters it is necessary to apply complete fertilizations, not just the traditional N-P-K. For this reason, in the model farm "Particular" of the canton El Carmen, a research work was carried out whose objective was to determine the influence of Calcium, boron and sulfur in the morpho-physiology and production in established plantain barraganete, (*Musa* AAB). Each nutrient was applied in null, medium and high doses. These doses were 0-20-40 kg ha⁻¹ in Calcium and sulfur respectively, while in boron they were 0-5-10 kg ha⁻¹. A Completely Randomized Block Design (DBCA) was used, with eight treatments and three repetitions. In the morpho-physiological variables there were no statistical differences, not so for the productive variables. The T7, with the doses of 20-0-20 kg ha⁻¹ of Calcium, boron and sulfur obtained highly significant results in the variables of weight of clusters with 11.97 Kg, weight of fingers with 10.97 Kg, number of fingers with 30.67, exportable fingers with 28.53 and in the conversion ratio with 2.15 bunches to produce an export box type "A" of 23.64 Kg, which indicates that these elements do have an influence on the production of the crop.

Key words: Performance, fertilization, *musaceae*, micronutrients.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del plátano ha tenido gran impacto en la economía de varios países debido a la creciente demanda generada por su inclusión como alimento básico mundial. Uganda, Camerún, Ghana y Colombia concentran el 51% de la producción mundial de plátano, mientras a Ecuador produce un 2,5% del total global de esta musácea (Ancasi, *et al*, 2016).

La exportación mundial de plátano en el año 2015 fue de 31 000 000 de Mega-gramos (Mg). Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), ese año la producción nacional exclusiva para exportación fue de 675 538 Mg, distinguiéndose la provincia de Manabí, la cual aportó con 327 637 Mg (48,5%), (MAG, 2015). Dentro de la provincia de Manabí, el cantón El Carmen posee 58 430 ha⁻¹ cultivadas, lo que lo convierte en la mayor zona productora de esta fruta, dado que la mayoría de cajas de exportación del Ecuador sale del cantón mencionado (Avellán, Calvache y Cobeña, 2016).

En el año 2015 Ecuador registró un promedio de producción de 6,38 Mg ha⁻¹, lo que comparado contra países como México, que cuenta con una producción media de 29,3 Mg ha⁻¹, da un promedio realmente bajo (Párraga, 2015). La baja producción está relacionada principalmente a factores de manejo: densidad, incidencia de plagas y el inadecuado aporte de fertilizantes. Al cultivo de plátano se le debe suministrar dos o tres dosis anuales de nutrimentos específicos, debido a que el suelo no posee todos los nutrientes que la planta necesita de forma equilibrada. Una solución sería elaborar planes de fertilización programadas, comprendidos desde la siembra hasta los 7 meses posteriores a ella (Barquero, 2010).

La combinación de N-P-K es la aplicación obligatoria y fundamental del cultivo. Pero antes de agregar éstos y otros nutrientes al suelo, es imprescindible conocer las dosis adecuadas para la plantación, ya que cada cultivo tiene distintas necesidades nutritivas (Nava y Villareal, 1999). Para lograrlo, se realizan análisis de suelos y de tejidos vegetales (raquis, foliares), los cuales

determinan las cantidades de cada nutriente exportados al momento de la cosecha (Múnera, 2012). La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO), menciona que la correcta nutrición asegura una buena producción, además de tener efecto en los aspectos morfológicos y fisiológicos de la planta (FAO, 2012).

El calcio (Ca), es activador de enzimas y constituyente de paredes celulares, su deficiencia reduce el ritmo de emisión foliar por lo que la planta toma un aspecto raquítico, además necrosa las raíces (Barzola y Villalba, 2013). El boro (B), interviene en el desarrollo radicular, foliar y del fruto, también forma parte de las paredes celulares, transporta azúcares a través de las membranas celulares, su deficiencia induce deformaciones en las hojas (Espinoza, López y Vargas, 2001). El azufre (S), forma la clorofila y metaboliza los carbohidratos, su deficiencia se caracteriza por presentar una coloración amarillenta de las hojas nuevas debido a su poca movilidad dentro de la planta (López, *et al*, 2004).

Por tales motivos la presente investigación tuvo como objetivo general evaluar la incidencia que tienen las dosis aplicadas de fertilización de Calcio, boro y azufre en la morfo-fisiología y la producción del cultivo establecido de plátano Barraganete, en el cantón El Carmen.

Los objetivos específicos en esta investigación fueron: determinar la respuesta de las variables morfo-fisiológicas del cultivo a las fertilizaciones con Calcio, boro y azufre, y establecer la influencia de los niveles aplicados de Calcio, boro y azufre sobre la producción y variabilidad morfo-fisiológicas del cultivo de plátano barraganete.

La hipótesis a verificar fue: La fertilización y los niveles aplicados de Calcio, boro y azufre influyen sobre las características morfo-fisiológicas y de producción del cultivo establecido de plátano barraganete.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

En el año 2009, Barcos efectuó una investigación en la cual se probaron dosis de calcio, cobre y boro en el desarrollo de plantas de banano, en el cual las dosis de calcio fueron de 10-13-15 kg/ha⁻¹, mientras las de boro fueron de 5-8-10 kg/ha⁻¹. Se observaron cambios en la altura de las plantas en las dosis de 13 kg/ha⁻¹ de Ca + 8 kg/ha⁻¹ de B, no así en la variable de número de hojas, donde las dosis aplicadas redujeron el número foliar total.

En el 2015, Mendoza llevó a cabo una investigación en un cultivo híbrido de dominico-Hartón, el mismo que evaluó el comportamiento agro-productivo del cultivo antes mencionado, como respuesta a distintas dosis de fertilización. Las dosis fueron: Ca: 40-80-120 kg ha⁻¹. La investigación reveló que la dosis de 80 kg/ha⁻¹ de calcio obtuvo mejores rendimientos en el peso del racimo.

1.2 Situación del cultivo

1.2.1 A nivel mundial

Este cultivo ocupa el cuarto lugar en importancia a nivel mundial después del arroz (*Oryza sativa*), trigo (*Triticum spp.*) y maíz (*Zea mays*), lo que refleja lo valioso de esta fruta en todo el mundo (Mendoza, 2015). Sus mayores productores son China e India, aunque el elevado consumo interno les impide exportar, mientras que algunos países africanos y latinoamericanos son exportadores de esta musácea. Ecuador cubre el 20% de las exportaciones mundiales, lo que lo catapulta como el segundo mayor exportador de plátano (MAG, 2015). Aparte de generar divisas es parte de la dieta básica de más de cien países tropicales y subtropicales del mundo (Lafargue, 2015).

1.2.2 A nivel nacional

En el Ecuador, el plátano es cultivado a mayor escala en la provincia de Manabí, casi exclusivo del cantón El Carmen, que es reconocido como la capital platanera del Ecuador por la calidad de la fruta producida, única en el país y una de las mejores a nivel global. En esa zona se producen dedos con calibre de 22-30 cm de largo y 2-5 cm de ancho, lo que los hace idóneos y apetecibles por mercados exigentes como la Unión Europea (UE), y los Estados Unidos de Norteamérica (Paz y Pesántez, 2013; Dole, 2018).

1.3 Generalidades del cultivo

Se reconoce que el plátano es originario del sudeste asiático, desde allí pasó al Asia arábica, y éstos la llevaron a España. Para la primera década del siglo XVI ya estaba en el Caribe y Sudamérica, traído por los padres dominicos (Palencia, Gómez y Martín, 2006). Aunque el género *Musa* contiene 30-40 especies diploides ($2n= 14, 18, 20, 22$), actualmente sólo dos especies tienen importancia comercial: *Musa* AAB (plátano), y *Musa* AAA (banano), (Mendoza, 2015).

1.3.1 Descripción botánica de la planta

Planta herbácea de gran tamaño, con ciclo productivo perenne, de tallo aparente formado por la unión de las vainas con las hojas, aunque se reconoce que el cormo, o rizoma, es su tallo verdadero, en su parte superior está el punto de crecimiento y formador de hojas. Su parte externa es cónica y asimétrica (Barquero, 2010).

Las raíces primarias sobresalen del cormo superior, mientras las secundarias lo hacen del cormo inferior, con pelos absorbentes, encargadas de captar nutrientes para la planta. Se ubican a 25- 40 cm de la planta, a 10-15 cm de profundidad. El pseudotallo está formado por las vainas foliares envueltas de forma helicoidal en él, es ligero y fuerte para sostener las hojas y el racimo o tallo floral, el cual asciende gradualmente a través del pseudotallo y es visible a la parición.

Las hojas, de gran tamaño y dispuestas en espiral, son encargadas de realizar el proceso de fotosíntesis (Párraga, 2015).

Después de emitir un número fijo de hojas, se produce la inflorescencia: Las brácteas cubren las flores, las superiores serán femeninas, que pasarán a convertirse en frutos, mientras las inferiores son masculinas, convertidas poco después en un ovario de pequeño tamaño (Belalcázar, 2005). El fruto se desarrolla desde los 8-10 meses de siembra del cultivo, en forma de dedos con pulpa comestible, aunque con ovarios atrofiados, lo que los hace estériles para la reproducción. La cosecha se inicia a las 8-11 semanas posteriores a la inflorescencia, ésta depende del mercado al cual va dirigida la fruta (Lafargue, 2015).

1.3.2 Clasificación taxonómica

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Liliopsida*

Orden: *Zingiberales*

Familia: *Musaceae*

Género: *Musa*

Especie: *paradisiaca*

Nombre binomial: *Musa paradisiaca* (Linnaeus, 1753).

1.4 Nutrientes

Según Párraga (2015), existen 16 nutrientes necesarios para el desarrollo normal de una planta, provenientes del aire y del suelo, los cuales se dividen en dos grupos: Micronutrientes (requeridos en pocas cantidades), y Macronutrientes (necesarios en grandes cantidades), (FAO, 2012).

Los macronutrientes son los elementos más abundantes en la biomasa y fluidos de la planta. Se dividen en primarios y secundarios (Navarro, 2014). Los primarios son nitrógeno, fósforo, y potasio, (N-P-K). Los macronutrientes secundarios comprenden: calcio, magnesio, y azufre, (Ca-Mg-S). Los Micronutrientes son: boro, cobre, hierro, manganeso, molibdeno y zinc, (B-Cu-Fe-Mn-Mo-Zn), necesarios para asimilación del nitrógeno. Debe tomarse en cuenta de que en altas cantidades estos micronutrientes se vuelven tóxicos y perjudican el desarrollo de la planta (Finck, 1988).

Aplicación de Fertilizantes

A nivel general, el suelo no contiene todos los nutrientes que la planta necesita para la producción, o no los posee en cantidades requeridas. La Revista Internacional de Plátano y Bananas (INIBAP), afirma que las reservas de nutrientes son extraídas por el cultivo en un ciclo, lo que produce la pérdida total de producción a partir de éste (INIBAP, 2004). La mayoría de productores nacionales basan sus planes anuales en las dosis que se le administran al banano, lo que es perjudicial en costos de producción, ya que el cultivo de plátano apenas necesita un tercio de los elementos aplicados al cultivo de banano (Lafargue, 2015).

Fertilizante: Producto orgánico o elaborado que posee una cantidad limitada de uno o más nutrientes y que los provee al cultivo que los necesita (FAO, 2002). Cada fertilizante tiene su presentación comercial en base a su estado o forma de aplicación, a la empresa que lo fabrica, y a la cantidad del nutriente expresado en porcentajes.

1.5 Métodos de aplicación

El objetivo de los métodos de aplicación de fertilizantes de cualquier tipo es encontrar las dosis efectivas en lograr rendimientos y reducir el impacto ambiental del cultivo. Entre los métodos de aplicación de fertilizantes más conocidos están: edáfico, foliar, fertirriego (Párraga, 2015).

Esta investigación realizó un método de aplicación:

1.5.1 Aplicación de fertilización edáfica

Consiste en la aplicación de fertilizantes en el suelo, generalmente en el momento de la siembra, ya que aquí las plantas no poseen hojas. En esta etapa del cultivo se aplica un fertilizante inicial, y luego en la hoja 12 y 18 dos fertilizaciones más, lo que da un total de tres aplicaciones anuales, mientras en los cultivos ya establecidos se realizan dos aplicaciones anuales, entre enero y junio (Ulloa *et al* 2012), o en las hojas 12-18-24 (Barquero y Furcal, 2013).

1.5.2 Formas de aplicación edáfica de fertilizantes

La FAO (2002), destaca tres formas de realizar esta aplicación:

Al voleo: Aplicada en la superficie del suelo, al no existir densidad uniforme, altas densidades de siembra, o en cultivares ya establecidos.

En bandas o hileras: Aplicado a nivel subsolar e determinados lugares del cultivo que debe estar ubicado en forma de hileras.

En cobertura y/o entre líneas: La primera variante va aplicada al voleo en un cultivo en pie, pero en un lugar determinado de éste. La variante posterior es ubicada al lado de cada planta, en forma recta.

1.6 Calcio (Ca)

Según Barcos (2009), y Mendoza (2015), este elemento es esencial en la nutrición de las plantas, amortigua los efectos tóxicos del aluminio y sodio, (Al, Na), favorece el desarrollo de las hojas, y en asociación con el boro, reducen las lesiones causadas por la Sigatoka negra, (*Mycosphaerella fijiensis*), además de que la aplicación en dosis bajas al cultivo favorecen el desarrollo radicular, mientras las dosis altas influyen negativamente sobre este y otros parámetros. Su deficiencia se refleja en decoloración de hojas jóvenes, clorosis marginal, raquitismo, reducción de emisión foliar, necrosis de raíces (Barrera, Cardona y Cayón, 2011).

El calcio sintetiza y produce una proteína llamada calmodulina, precursora del ácido salicílico, (SA), un tipo de aspirina que reacciona en defensa de la planta al ser atacada o estar propensa a sufrir infecciones de cualquier índole. Esta respuesta de la planta se conoce como resistencia sistémica adquirida (RSA), (Agrichem, 2018). También es cofactor de la hidrólisis del Adenosín Tri-fosfato (ATP), y fosfolípidos, su deficiencia reduce la calidad de la fruta (Haifa, 2016). El calcio se encuentra disponible para las plantas como ión positivo (catión), y como calcio intercambiable en el suelo. Se aplica como enmienda: calcita y dolomita para reducir la acidez del suelo (pH), y como nutriente: nitrato de calcio.

1.6.1 Factores que causan la deficiencia de Ca

Bajas temperaturas del suelo (Furcal, 2016).

Falta de aireación: inhibe la respiración radicular (Mendoza, 2015).

Altas concentraciones de ácidos y competencia con otros nutrientes como amonio, potasio y magnesio (Haifa, 2016).

1.6.2 Interacciones de Ca con otros nutrientes

Al ser un ión positivo, interactúa con otros cationes: La interacción más importante se da con el boro, ya que como se mencionó antes, disminuyen los daños causados por la Sigatoka negra, ambos participan en la estabilización de paredes y membranas celulares. La presencia de calcio reduce los síntomas de deficiencia de boro, además de que estabiliza los compuestos de este último. Por otro lado, interactúa aceptablemente con el potasio y magnesio, aunque en bajas cantidades y en días posteriores a su aplicación, ya que al aplicarse en sociedad con ellos y en altas dosis afectarán la absorción de calcio, desplazándolo de las raíces no sub-erizadas (jóvenes), y pelos absorbentes o sitios de intercambio (Mendoza, 2015). En esta investigación se utilizó nitrato de calcio (Fernical®), al 26% en estado sólido granular para uso edáfico, fertirriego y foliar (Fertisa, 2017).

1.6.3 Respuesta del cultivo a la fertilización con Ca

López y Solís (1992), realizaron una investigación en cultivos establecidos de bananos y plátanos, con la aplicación de cal dolomita, presentándose la mejor respuesta con la aplicación de 1300 kg ha⁻¹/año, en un ensayo en suelos ácidos en el que aplicaron hasta 3200 kg ha⁻¹/año de esta enmienda.

1.7 Boro (B)

Micronutriente necesario para el transporte del azúcar dentro de la planta, formador de paredes celulares, especialmente en los puntos de crecimiento. La inflorescencia y fructificación se ven afectados ante la deficiencia de este elemento (Walmsley y Twyfort, 1976). Su deficiencia se caracteriza por bandas cloróticas en la vena central de la hoja, inducción a pérdidas de éstas y hasta la muerte de la planta por falta de hojas (Barrera, Cardona y Cayón, 2011).

1.7.1 Factores que afectan la absorción de B en la planta

La planta absorbe el boro en forma de ácido bórico, (H₃BO₃), y se ve afectado principalmente por prácticas inadecuadas de enclavamiento, alta saturación de cationes básicos, y desbalances nutricionales causados por uso excesivo de nitratos y fertilizantes sulfurados (Bedoya, *et al*, 2011).

1.7.2 Interacciones de B con otros nutrientes

Según Walmsley y Twyfort (1976), el cultivo necesita 5 kg ha⁻¹ de boro durante el primer ciclo productivo, y al menos 1 kg/ha/año en ciclos posteriores, e interactúa positivamente con el calcio, y negativamente con el nitrógeno y potasio, los cuales limitan la absorción del boro por la planta (Rojas, 2011). En esta investigación se utilizó boro soluble (Fertiboro®), al 17% en forma granulada para uso edáfico, fertirriego y foliar (Fertisa, 2017).

1.7.3 Respuesta del cultivo a la fertilización con B

En San Carlos, Costa Rica, Barquero (2010), aplicó boro, calcio y zinc en vía edáfica y foliar, en cuatro repeticiones, con la aplicación de 20-02 Kg ha⁻¹ de calcio y boro se obtuvo resultados buenos en producción, sin embargo, al aplicar boro y zinc vía foliar logró excelentes resultados en perímetro del pseudotallo, peso de racimo y longitud de fruta.

1.8 Azufre (S)

Es uno de los macronutrientes esenciales, participa en el crecimiento y desarrollo de los organismos vivos, sintetiza proteínas ya que es integrante de los aminoácidos sulfurados: cistina, cisteína y metionina (Barrera, Cardona y Cayón, 2011). Es también responsable de la conversión y asimilación de nitrógeno, además de participar en la formación de clorofila y metabolización de carbohidratos. Al ser de movilidad lenta su deficiencia se manifiesta con la falta de crecimiento de la planta y coloración amarillenta de las hojas jóvenes (Barquero y Furcal, 2013).

1.8.1 Factores que afectan la absorción de S en la planta

Este nutriente se encuentra en el subsuelo en dos estados: azufre orgánico, como parte de los compuestos orgánicos, asociado con la materia orgánica, y como azufre inorgánico en forma de sulfatos (SO₄), esta última es ideal para ser absorbido por las plantas (Mendoza, 2015). Según Barquero y Furcal (2013), los suelos de origen volcánico naturalmente presentan deficiencias de azufre al suministrárseles fósforo y boro, además, al utilizar materia orgánica como fertilizantes, esta metaboliza el azufre inorgánico, razón por la cual las plantas ya no pueden tomarlo del suelo.

1.8.2 Interacciones de S con otros nutrientes

Según Palencia, Gómez & Martín, (2006), el cultivo de plátano necesita una aplicación mínima de 30 kg ha⁻¹/año, e interactúa negativamente con boro y fósforo, y positivamente con

nitrógeno; una planta con buenos niveles de azufre fija más nitrógeno atmosférico que una con deficiencias. La deficiencia de azufre es rara, puesto que viene agregado en la mayoría de fertilizantes comerciales como sulfato de amonio $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$, y como sulfato de magnesio (MgSO_4) , (Haifa, 2016). En esta investigación se utilizó sulfato de magnesio (Sulfato de Magnesio Granulado®), al 20% en estado soluble para uso edáfico, con la diferencia de no contener Silicio (Si), y Calcio (Ca), formulado en Alemania (Fertisa, 2017).

1.8.3 Respuesta del cultivo a la fertilización con S

Arias (1984), investigó la aplicación de azufre en dosis de 120, 180 y 264 kg ha⁻¹ a cultivos nuevos de plátano, en dicha investigación la dosis de 264 kg ha⁻¹ obtuvo buenos resultados en el peso del racimo y la composición del fruto.

1.9 Variables de investigación

1.9.1 Morfo-fisiología de la planta

Conocida como variable biométrica, engloba a los indicadores visibles de la planta, desde la etapa de crecimiento, inflorescencia y hasta la fase de cosecha (Bedoya, *et al*, 2011).

1.9.2 Producción de la planta

Abarca los indicadores obtenidos después de la cosecha del racimo, cuya característica principal comprende la evaluación de la fruta, peso, calibre y calidad, más el número de racimos necesarios para producir una caja de exportación tipo “A” de 23,64 Kg (Mendoza, 2015).

CAPÍTULO II

2 DIAGNÓSTICO O ESTUDIO DE CAMPO

2.1 Ubicación del ensayo

La presente investigación analizó la respuesta en el proceso morfo-fisiológico y productivo de un cultivo establecido de plátano barraganete (*Musa AAB*), a la fertilización con dosis varias de calcio, azufre y boro, asociado con dosis estándares de nitrógeno, fósforo y potasio, en los predios de la finca experimental “Particular”, ubicada en la zona rural de La Medianía, 2 km al Nor-oeste del cantón El Carmen, vía El Carmen – Chone, margen derecho.

2.2 Características de la zona de la investigación

2.2.1 Localización geográfica

Latitud: 0° 15' 19" S

Longitud: 79° 27' 47" W

Coordenadas obtenidas de Google Maps, y GPS

2.2.2 Características climáticas y edáficas

Tabla 1: *Características climáticas y edáficas de la zona del experimento*

Características climáticas y edáficas	
Topografía ¹	Plano regular
Altitud ¹	260 msnm
Clasificación bio-climática ¹	Bosque Tropical húmedo
Temperatura media anual ¹	24,9°C
Heliofanía ²	1026,2
Precipitación media anual ²	2800 mm/ ha-1
Humedad relativa ²	86%

1. Gobierno Autónomo Municipal de El Carmen (GAD), (2014).

2. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), (2018). Estaciones de La Concordia y Puerto Ila.

2.3 Variables

2.3.1 Variables Independientes

Niveles de fertilización

Dosis de calcio, boro y azufre

Ca: 0 20 40 kg ha⁻¹

B: 0 5 10 kg ha⁻¹

S: 0 20 40 kg ha⁻¹

Fertilización

Se aplicaron los fertilizantes en las plantas a estudiar en la siguiente etapa del cultivo:

Hoja 12

Hoja 18

Según Barrera, Cardona y Cayón (2011), este número de hojas indica la óptima capacidad de retención y captación de los nutrientes en el cultivo de plátano.

2.3.2 Variables Dependientes

Morfo-fisiología

Representa a los indicadores que se evaluaron para resaltar la influencia negativa o positiva de los tratamientos. Dichos indicadores fueron: Perímetro del pseudotallo, número de hojas a la floración, número de hojas a la cosecha, y área foliar (Hernández & Reyes, 2013).

Perímetro del pseudotallo

Medido con cinta métrica desde el nivel del suelo a 1m de altura del pseudotallo (Mendoza, 2015).

Número de hojas a la floración

Se contabilizaron las hojas presentes en la planta al momento de la inflorescencia, y se promedió por tratamiento (Mendoza, 2015).

Número de hojas a la cosecha

Se contaron las hojas presentes en la planta al momento de la cosecha, y se promedió por tratamiento (Mendoza, 2015).

Área foliar

Se midió con cinta métrica la hoja tres, en orden descendente de la planta, el largo x ancho de la hoja, multiplicado por el Factor de Corrección (FC: 80%), (Martínez, 1984).

Producción

Representa a las características productivas del racimo una vez cosechado, que se evaluaron para determinar la influencia de los tratamientos (Bedoya, *et al* Velázquez, 2011). Los indicadores se evaluaron en cada cosecha, llevada a cabo cada 10-15 días desde la semana 35 del 2017, a la semana 19 del 2018.

Peso de racimos

Posterior a la cosecha, se procedió a pesar el racimo de cada una de las plantas evaluadas, promediándolos al final (Mendoza, 2015).

Peso de dedos

Del peso del racimo inicial, se le descontó el peso del raquis y de los dedos que no tuvieron el calibre óptimo para las cajas de exportación tipo "A" (Dole, 2018).

Número de dedos

Se contaron los dedos de todo el racimo, sin importar si cumplían o no con el calibre necesario, (Bedoya, *et al*, 2011).

Número de dedos exportables

Dentro de este indicador, se descartaron los dedos que no cumplían el calibre necesario para la caja tipo “A”, además de los dedos dañados, gemelos, etc.

Ratio de conversión: Racimos-Caja tipo “A”

Trata sobre el peso de los dedos óptimos, cuántos racimos fueron necesarios para completar una caja tipo “A” de 23,64 Kg, (Dole, 2018).

2.4 Características de la Unidad Experimental

A continuación se detallan las características de la Unidad Experimental

Tabla 2: *Características de la Unidad experimental*

Características de la U. Experimental	
Finca Modelo " Particular" Vía La Medianía, Km. 2	
Superficie del ensayo	2400 m ²
Largo	80
Ancho	30
Tratamientos	8
Repeticiones	3
Plantas por tratamientos	20
Plantas a evaluar	5
Distancia siembra	2,5 x 3 m
Área útil por tratamiento	37,5 m ²
Área útil por bloque	300 m ²
Plantas por bloque	160
Población experimental	480
Población por hectárea	2000

2.5 Distribución de los tratamientos

Los tratamientos resultaron de la formulación de las dosis de cada uno de los elementos estudiados, más un testigo, lo que dio un global de ocho tratamientos establecidos, cada uno de ellos con tres repeticiones al azar, por lo cual el total de unidades experimentales fue de 24.

Tabla 3: Esquema de los tratamientos del experimento

Tratamientos		Dosis (kg ha-1)		
		Ca(NO ₃) ₂	H ₃ BO ₃	Mg SO ₄
Testigo	T1	0	0	0
	T2	0	05	20
	T3	20	05	20
	T4	40	05	20
	T5	20	05	0
	T6	20	05	40
	T7	20	0	20
	T8	20	10	40

2.6 Diseño Experimental

Esta investigación utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con los tratamientos resultantes de las dosis de calcio, boro y azufre, más un tratamiento testigo sin la aplicación de dichos nutrientes, con tres repeticiones cada tratamiento.

2.7 Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico se construyó una base de datos en hojas electrónicas de Microsoft Excel 2013. La información se procesó a través del software *Infostat* v.2.1. Se empleó el análisis de interpretación ADEVA para cada uno de los indicadores tanto morfo-fisiológicos como de producción de los nutrientes aplicados (Ca, B y S), y la comparación de medias con la prueba de Tukey al 5% de probabilidad ($p > 0,05$).

Tabla 4: *Esquematización del ADEVA*

ADEVA		
	Fuentes de Variabilidad	Grados de Libertad
Total	$t \cdot r = -1$	23
Tratamientos	$(t-1)$	7
Repeticiones	$(r-1)$	2
Error experimental	$t((t-1, r-1))$	14

2.8 Instrumentos de medición aplicados

Los materiales utilizados en la investigación fueron los siguientes:

2.8.1 Materiales de campo

Cañas

Podón

Curvos

Lugar de acopio

Balanza analítica

2.8.2 Materiales de oficina

Equipo de cómputo

Calculadora

Cámaras

Artículos científicos

2.8.3 Equipo de muestreo

Cinta métrica

Cintas demarcatorias

Esferos gráficos

Sobres manila

2.9 Manejo del Ensayo

2.9.1 Labores culturales

Manejo de malezas

Se realizó con el fin de evitar la competencia por nutrientes, agua, luz y espacio. Para esta labor se utilizaron machetes cortos, para evitar el daño de raíces y retoños de la plantación.

Deschante

Consistió en la eliminación de arriba hacia abajo de las calcetas o vainas secas que cubrían el pseudotallo, para evitar la proliferación de plagas y enfermedades. Esta actividad se realizó con un machete pequeño.

Deshije

Esta actividad se efectuó para eliminar los colinos que crecieron a destiempo, o en desorden. Con esto se evitó la competencia por nutrientes, luz, agua y hasta espacio. Se realizó con una barra tipo sacabocado, lo que evitó la afectación del sistema radicular.

Deshoje

Se realizó para eliminar las hojas amarillas, secas, dobladas y bajas, lo que favoreció la penetración de rayos solares y la aireación de la planta. Se despuntaron las hojas infectadas de Sigatoka negra, (*Mycosphaella fijiensis*), para lo cual hubo de desinfectar la herramienta después de cada uso.

Enfunde

Para evitar el ataque de plagas, y aparición de enfermedades, además de ser requisito indispensable para poder exportar, cada semana se cubrió el racimo durante su floración, con el calendario dado por la empresa exportadora para evitar confusiones durante la cosecha.

Fertilización

Por ser el motivo principal de la investigación, esta práctica se realizó de acuerdo a los tratamientos estudiados, en forma edáfica, ubicados al voleo por ser una plantación ya establecida, a unos 40 cm del cormo de la planta evaluada. Es importante recordar que en macronutrientes las dosis fueron fijas:

N: 100 Kg ha⁻¹

P: 40 Kg ha⁻¹

K: 150 Kg ha⁻¹.

Dosis recomendadas de ensayos experimentales previos en la localidad.

Cosecha

Labor que se realizó una vez que los racimos de las plantas evaluadas alcanzaron su madurez fisiológica, para lo cual el calendario elaborado por las empresas exportadoras de la zona fue el que marcó los días y semanas de cosecha.

2.9.2 Evaluación y recolección de datos

Morfo-fisiología.- Cada uno de los indicadores tuvo su método de evaluación diferenciado, para una mejor disertación se ubicaron sus resultados en el capítulo III.

Producción.- Los indicadores de esta variable también fueron evaluados según el programa Infostat, con una probabilidad de Tukey al 5%, y al igual que en las variables morfo-fisiológicas sus resultados se ubicaron el capítulo III.

CAPÍTULO III

3 EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1 Morfo-fisiología

3.1.1 Perímetro del pseudotallo

El promedio obtenido de esta variable fue de 73,68 cm, no encontrándose diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos (Anexo 1), sin embargo, según el cuadro del Análisis de Varianza (ADEVA), demuestra que sí hubo diferencias estadísticas significativas entre repeticiones ($p > 0,05$), debido a la influencia de una pequeña pendiente rodeada de árboles, la misma que tuvo incidencia negativa en esta variable.

En la investigación de Rodríguez (2016), referente a determinar la influencia del boro en la calidad y productividad del plátano, se obtuvo un promedio de 64 cm de perímetro del pseudotallo, sin encontrar diferencias estadísticas entre tratamientos. Asimismo, en la investigación de Corredor y Hernández (1998), al aplicar 160-16-7 Kg ha⁻¹ de calcio, boro y azufre, obtuvieron promedios de perímetro de pseudotallo de 72,26 cm en el clon de plátano FHIA 3, y de 60 cm en el clon Dominico hartón, encontrándose diferencias estadísticas entre tratamientos. Según los autores, el perímetro del pseudotallo está ligado a la nutrición de la planta, ya que una planta con deficiencia de calcio presenta reducciones en esta variable de hasta un 10%.

3.1.2 Número de hojas a la floración

En esta variable los resultados indican que el T6 obtuvo el promedio más alto de la investigación, con 11,27 hojas a la floración, aunque el promedio general fue de 10,71 hojas, todo esto sin presentar diferencias estadísticas ($p > 0,05$), entre los tratamientos (Anexo 2).

Estos resultados son inferiores a los obtenidos por Baca y Rivera (2016), en donde se lograron resultados de 12,40 hojas a la floración; según manifiestan estos autores, el número de hojas

funcionales a la floración a lo largo del período productivo está determinado por la relación entre las tasas de emisión y abscisión foliar. Estos autores afirman también que el promedio mínimo para no alterar el desarrollo del racimo es de 8 hojas a la floración, valor superado ampliamente en esta investigación.

3.1.3 Número de hojas a la cosecha

Esta variable obtuvo un promedio general de 6,60 hojas funcionales, sin encontrarse diferencias significativas ($p > 0,05$), entre tratamientos (Anexo 3). Se pone de manifiesto que se obtuvo este promedio a causa de las condiciones climáticas sucedidas a lo largo de la investigación, además de que no se aplicaron controles para reducir la Sigatoka negra en todo el ciclo productivo.

Mendoza (2018), logró promedios de 8,50 hojas funcionales al momento de la cosecha mediante la aplicación de 10 kg ha^{-1} de azufre, con diferencias significativas entre tratamientos, y según explica este mismo autor, esta diferencia se debió principalmente a la función que tiene el magnesio y azufre sobre la inducción floral, que sumado a una fertilización edáfica estable, protege al cultivo de la pérdida foliar por diversos patógenos y enfermedades. Datos similares obtuvo (Mendoza, 2015), con un promedio de 7,33 hojas funcionales al momento de la cosecha, con la aplicación de 40 Kg ha^{-1} de calcio en su investigación.

3.1.4 Área foliar

Para esta variable, los resultados obtenidos indican que no existieron diferencias estadísticas ($p > 0,05$), entre tratamientos (Anexo 4), al existir un valor promedio de $1,28 \text{ m}^2$. Sin embargo, en la investigación de Reyes y Hernández (2013), se obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos referentes al área foliar, con resultados de $0,75 \text{ m}^2$ en las interacciones, mientras el mejor promedio fue de $1,21 \text{ m}^2$ en la interacción del factor a_1 con el factor b_3 .

Lafargue (2015), manifiesta que la mayor longitud de la hoja incrementa la superficie foliar, con la consecuente elevación de la capacidad fotosintética, ya que al tener mayor área disponible en exposición directa a la luz se aumenta el desarrollo foliar y otros procesos asociados a la fotosíntesis.

3.2 Producción

3.2.1 Peso de racimos

En la variable de peso de racimos se obtuvo un promedio de 10,50 Kg, si bien la aplicación de 20-0-20 Kg ha⁻¹ de calcio, boro y azufre obtuvo un promedio de 11,97 Kg, lo que pone de manifiesto que los elementos estudiados en esta investigación sí tienen influencia positiva sobre el peso del racimo durante el ciclo productivo, hecho que se refleja en el ADEVA, (Anexo 5), de la investigación encontrándose diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p > 0,05$), (Figura 1).

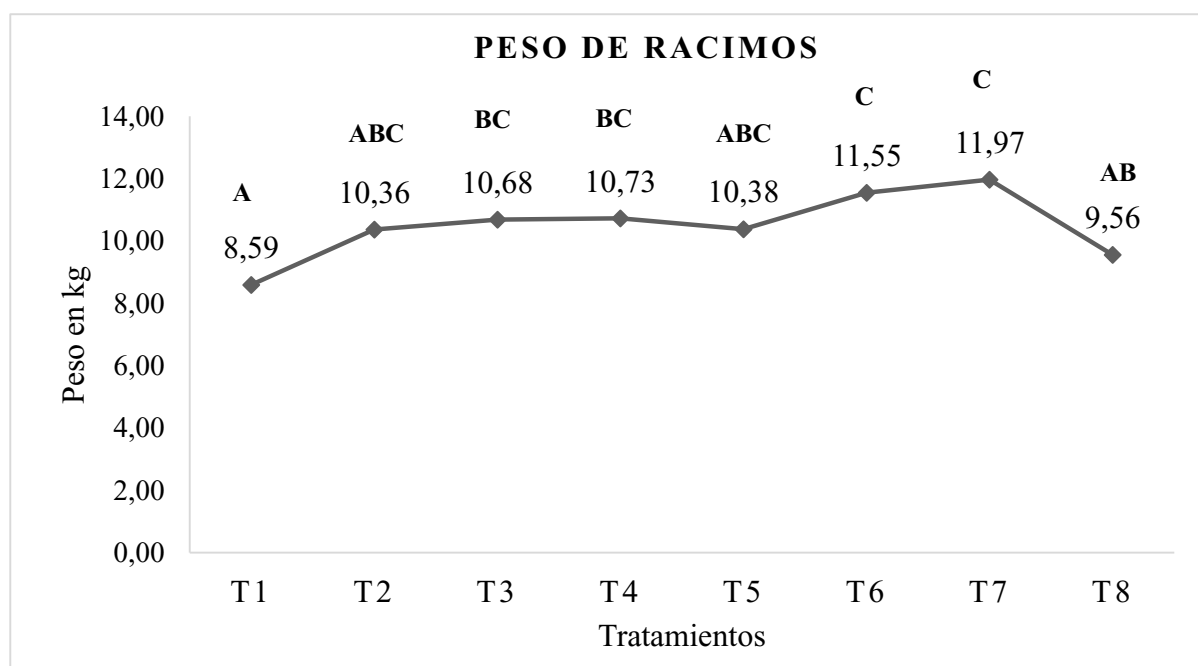


Figura 1: *Peso de racimos por tratamiento*

Existieron diferencias significativas entre repeticiones, asociadas al factor geográfico mencionado anteriormente, el cual incidió sobre el peso de racimos al recibir menos luminosidad, aunque en la práctica fue superior a Furcal (2016), que logró un promedio de 8,94

Kg de peso por racimo en plátano cultivado en alta densidad, al aplicar dosis de 20-02 Kg ha⁻¹ de calcio y boro. Sin embargo, fue inferior a Basurto (2018), quien consiguió un promedio de 14,19 Kg en el clon Dominico Hartón. Ambos autores argumentan que este peso se obtuvo por no haber realizado el desmane al momento del enfunde.

3.2.2 Peso de dedos

Esta variable presenta diferencias estadísticas altamente significativas ($p > 0,05$), entre tratamientos (Anexo 6), con un promedio de peso de dedos de 10,97 Kg en la dosis de 20-0-20 Kg ha⁻¹ de calcio, boro y azufre (Figura 2), lo que refleja que para el llenado del fruto es indispensable aplicar estos elementos en las dosis estudiadas.

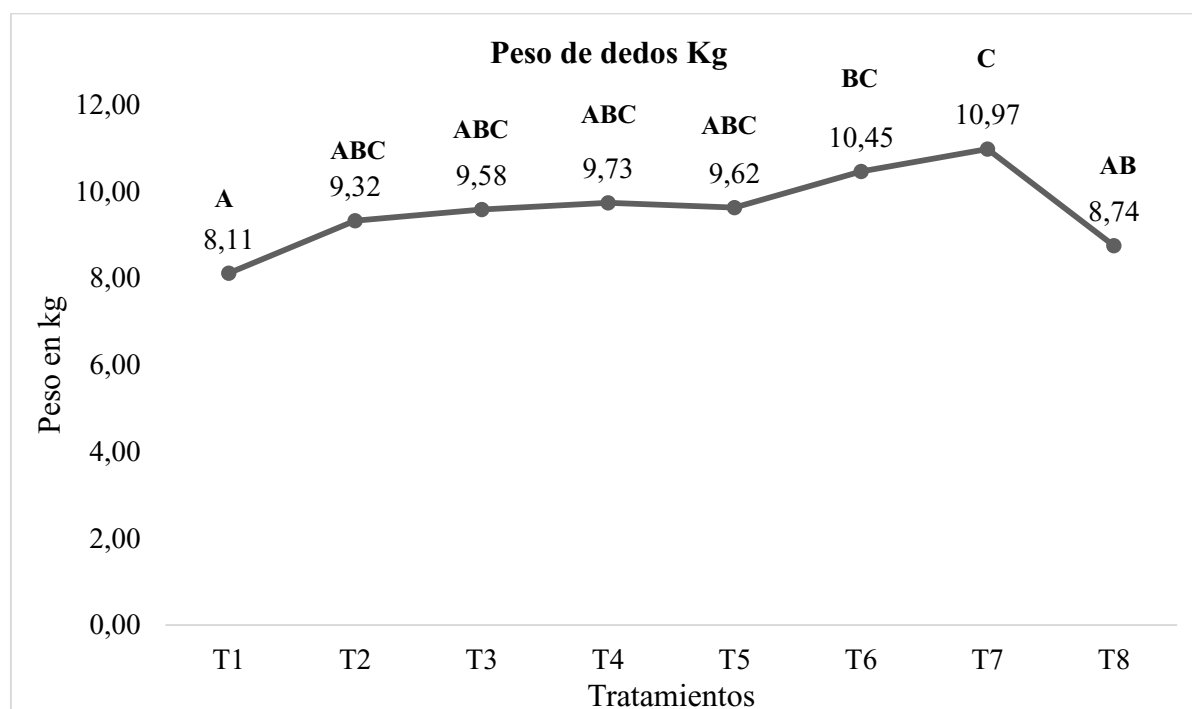


Figura 2: *Peso de dedos por tratamiento*

Dieguez (2015), investigó el efecto de la aplicación de 4lt ha⁻¹ de *humatos* de Calcio, (14%), en el cultivo de plátano, y con ello alcanzó promedios de peso individuales de 320 g en cada dedo, lo que sumó al final un peso total de 10,2 Kg, y según explica el autor, el calcio es el elemento que tiende a mejorar el peso del fruto en el cultivo de plátano.

3.2.3 Número de dedos

Los resultados de la variable de número de dedos indica que existen diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$), entre tratamientos (Anexo 7), con un promedio representativo ideal de 30,67 dedos, el mismo que se obtuvo con la dosis de 20-0-20 Kg ha⁻¹ (T7), de calcio, boro y azufre (Figura 3), lo que muestra que la aplicación de estos elementos influye sobre el número de dedos obtenidos durante el ciclo agronómico del cultivo.

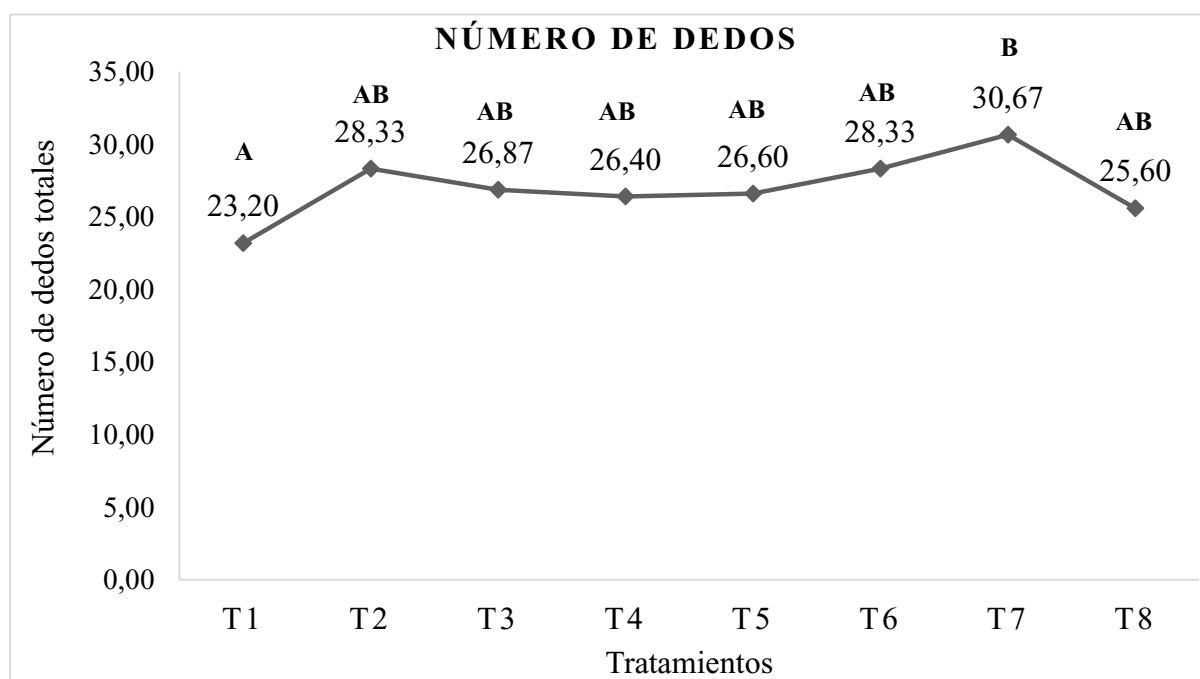


Figura 3: *Número de dedos por tratamiento*

El promedio de esta investigación es ligeramente superior al obtenido por Furcal (2016), quien obtuvo 25,46 dedos, con la fertilización de 20-02 Kg ha⁻¹ de calcio y boro, aunque esto se debió a que fue realizado con el clon Curarré. Similar situación se reflejó en la investigación de Romero (2017), quien aplicó micro-elementos y calcio vía foliar, con lo cual obtuvo un promedio general de 28,32 dedos en el racimo.

3.2.4 Número de dedos exportables

En esta variable se alcanzaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Anexo 8), el número de dedos exportables varió de 21,93 en el testigo, a 28,53 en la aplicación de 20-0-20 Kg ha⁻¹ de calcio, boro y azufre, (Figura 4), lo que demuestra la influencia de estos elementos en la reducción de pérdida, en el llenado y calibre de los dedos del racimo.

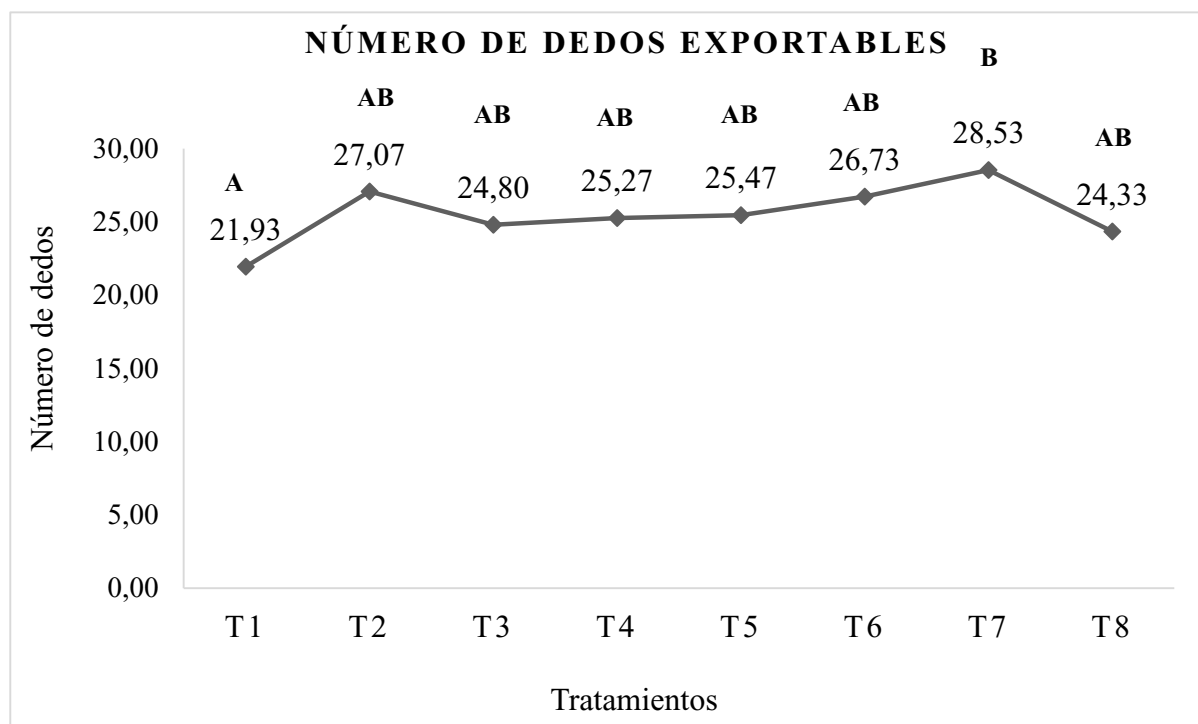


Figura 4: Número de dedos exportables por tratamiento

El valor medio de la investigación es mayor al obtenido por Pinchao (2018), el mismo que obtuvo promedios de 26,88 dedos exportables en plátano barraganete, y según explica el autor, este resultado fue alcanzado por la aplicación simultánea de magnesio y potasio, mientras que Cedillo (2018), logró un promedio de 32,82 dedos exportables, en aplicación diferenciada de nitrógeno y potasio en plátano Curraré enano.

3.2.5 Ratio de conversión: Racimos-Caja tipo "A"

En esta variable, los resultados expresan que existen diferencias estadísticas altamente significativas (Anexo 9), el promedio de menor nivel se obtuvo en el testigo (T1), que necesitó 2,92 racimos para producir una caja tipo "A" de 23,64 Kg, y el de mayor cuantía se reflejó en el de las dosis de 20-0-20 Kg ha⁻¹ (T7), con un ratio de 2,15 racimos para producir una caja tipo "A" de 23,64 Kg (Figura 5).

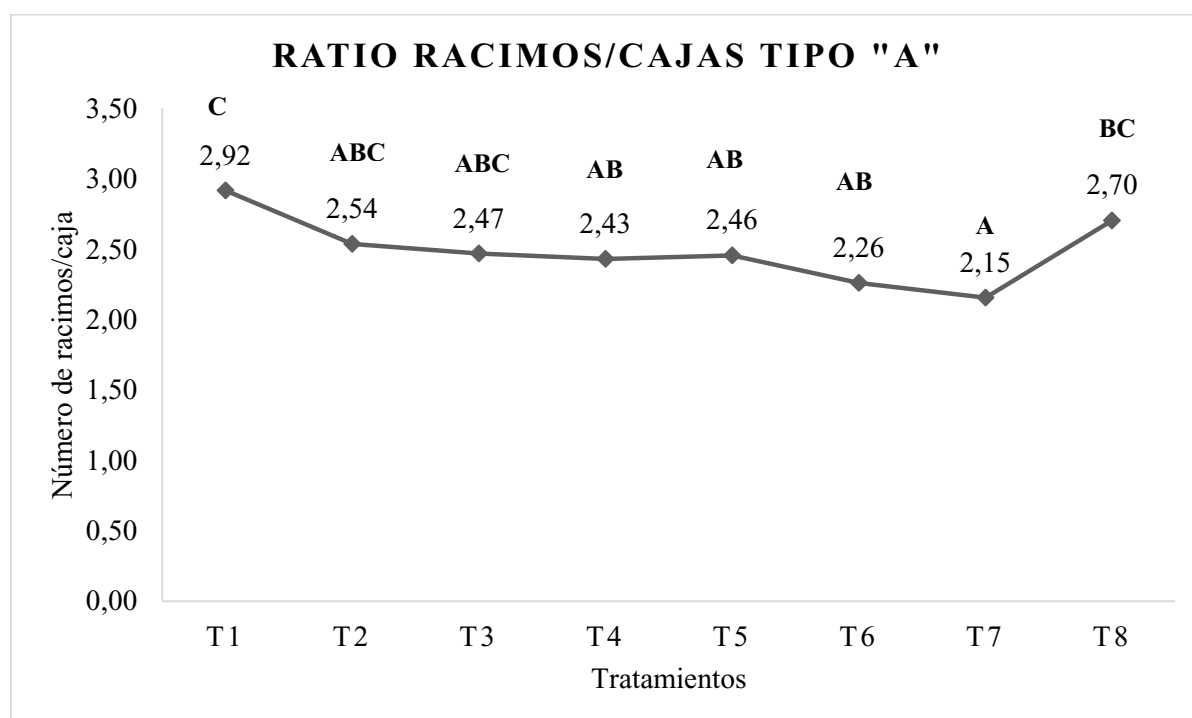


Figura 5: Ratio de racimos/cajas tipo "A"

Este valor es bajo en consideración con la investigación de Marín y Sabando, (2017), los mismos que obtuvieron un ratio de 1,85 racimos para producir una caja tipo "A" de 23,64 Kg, y según lo explican los autores, esto se dió por la escasa actividad lluviosa en la zona donde se localizó la investigación, lo que redujo en gran cantidad la presencia de *Mycosphaerella fijiensis*, factor determinante para retardar el ciclo de cosecha y facilitar el llenado del fruto y peso del racimo, además de ser la primera vez que se cultivaba plátano en la localidad del valle del Río Portoviejo.

CONCLUSIONES.

En concordancia con los objetivos planteados y los resultados obtenidos, se concluye lo siguiente:

Las dosis de calcio, boro y azufre, utilizadas en la fertilización del cultivo establecido de plátano Barraganete, no poseen mayor incidencia sobre las variables de tipo morfo-fisiológicas, no así en las variables productivas, las mismas que presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos de la investigación.

Las variables morfo-fisiológicas no presentaron respuesta a la fertilización con las dosis de calcio, boro y azufre aplicadas edáficamente, aunque los promedios obtenidos de la aplicación de las dosis de 20-05-40 de calcio, boro y azufre (T6), fueron ligeramente superiores al promedio del testigo (T1).

Sin embargo, en las variables productivas, sí tienen influencia la aplicación de estos nutrientes, particularmente el T7, con la dosis de 20-0-20 Kg ha⁻¹ de Calcio, boro y azufre, la cual obtuvo muy buenos resultados en las variables de peso de racimo, peso de dedos, número de dedos, dedos exportables y el ratio de conversión racimos/caja, lo que hace a este tratamiento como el de mejores resultados productivos en esta investigación.

Finalmente, la aplicación de boro edáficamente no tiene influencia en las variables productivas, esto debido a que se acumuló en las vainas foliares de la planta, hecho que contrasta con la incidencia que tiene este elemento respecto a las variables morfo-fisiológicas, en donde tuvo notable presencia.

RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos, y con las conclusiones mencionadas anteriormente, se recomienda lo siguiente:

Realizar otras investigaciones en otras localidades del cantón y del país, con las mismas aplicaciones de calcio, boro y azufre, a fin de validar los resultados obtenidos, que puedan fijar en el futuro próximo una dosis media estándar para los planes de fertilización del cultivo establecido de plátano.

Es necesario considerar la aplicación de boro a nivel edáfico complementado con aplicaciones a nivel foliar, para determinar si mediante ese método de aplicación posee influencia sobre las variables productivas.

Se considera necesaria la realización de análisis de tejidos de la planta, con el objetivo de conocer y determinar la cantidad de nutrientes almacenados en las paredes celulares, vainas foliares, cáscara de plátano y en el raquis del racimo, lo que brindaría la pauta para alcanzar la dosis estándar de aplicación de estos nutrientes que ayuden a elevar la producción de los cultivos establecidos.

Además, de acuerdo a los resultados obtenidos, se debería incluir las dosis de 20-0-20 Kg ha⁻¹ de Calcio, boro y azufre en los planes de fertilización que el productor realiza cada cierto tiempo, con el objetivo claro de que lo investigado no se pierda, sino que al contrario, sirva para mejorar la producción del cultivo de plátano en la zona y sectores aledaños.

BIBLIOGRAFÍA

Agrichem. (18 de Marzo de 2018). *agrichem.com.mx*. Obtenido de www.agrichem.mx/portafolio/

Ancasi, R., Ferreira, N., Montero, J., & Muñoz, I. (Agosto de 2016). Determinación de un Mejor Medio de Cultivo en la Fase de Establecimiento para la Propagación in vitro de Plátano. *Journal of the Selva Andina Research Society*, II(7), 2-3. Recuperado el 21 de Marzo de 2018

Arias, H. (1984). Respuesta del cultivo de banano (Musa AAA) subgrupo Cavandish, “Gran Enano” a dosis crecientes de sulfato de potasio en un suelo Oxisol. *UNCR, Repositorio Virtual*, 21-24. Recuperado el 25 de Mayo de 2018

Avellán, L., Calvache, M., & Cobeña, N. (2016). Extracción de Micronutrientes según la Fenología del Plátano Barraganete (Musa paradisiaca L). *ResearchGate*, 3-5. Recuperado el 20 de Marzo de 2018, de <https://www.researchgate.net/publication/314237111>

Baca, S., & Rivera, R. (Octubre de 2016). Comportamiento agronómico del plátano mediante selección de cormos en base a rendimientos en Potosí, Rivas. *UNA, Repositorio Virtual*. Recuperado el 11 de Julio de 2018

Barcos, M. (2009). Determinación de la Influencia de Calcio, Cobre y Boro en el desarrollo de plantas micropropagadas de banano. *Escuela Politécnica Del Litoral, Repositorio Virtual*, 55-61.

- Barquero, A. (2010). *Respuesta de la Fertilización al Suelo en el Crecimiento y Rendimiento de la Primera Generación del Cultivo de Plátano en San Carlos, Costa Rica*. San Carlos: Instituto Tecnológico de Costa Rica. Recuperado el 15 de Marzo de 2018
- Barquero-Badilla, A., & Furcal-Beriguete, P. (2013). Respuesta del plátano a la Fertilización con P-K-S durante el primer ciclo productivo. *Agronomía Mesoamericana*, 4-6.
- Barrera, J., Cardona, C., & Cayón, D. (2011). El Cultivo de Plátano: Ecofisiología y Manejo Cultural Sostenible. (H. Ballesteros, Ed.) *ICA: Instituto Colombiano Agropecuario*, I(1), 87-89. Recuperado el 13 de Marzo de 2018, de www.unicordoba.edu.co
- Barzola, I., & Villalba, R. (2013). Estudio comparativo de un componente de nutrición en el cultivo de banano. *Universidad de Guayaquil, Repositorio Virtual*, 15-23.
- Basurto, Y. (Enero de 2018). Niveles de Fertilización en la Morfo-fisiología, Producción y Calidad del plátano Dominico-Hartón. *ULEAM- Repositorio Virtual*, 28-31. Recuperado el 15 de Julio de 2018
- Bedoya, C., Gamboa, J., Gómez, D., & Velázquez, J. (05 de Diciembre de 2011). Influencia del Balance con Micronutrientes (B-Zn), en la Productividad del Banano y la Severidad de *Mycosphaerella fijiensis*. *Ingenierías & Amazonía*, II(4), 89-100. Recuperado el 08 de Julio de 2018
- Belalcázar, S. (2005). El Cultivo del Plátano en Altas Densidades de Siembra. (I. Virtual, Ed.) *Instituto Colombiano Agropecuario, ICA*, 3-5. Recuperado el 20 de Marzo de 2018
- Cedillo, I. (Enero de 2018). Niveles de Nitrógeno y Potasio del Plátano Curare enano, en el desarrollo, producción y calidad. *ULEAM, Repositorio Virtual*, 29-30. Recuperado el 15 de Julio de 2018

- Cobeña, G. (2015). Morfología, Producción y Eficiencia del Uso del Nitrógeno mediante dosis y fraccionamientos. *ULEAM, Repositorio Virtual*, 6-8.
- Corredor, M., & Hernández, H. (1998). Caracterización de cinco musáceas híbridos de FHIA resistentes a la Sigatoka Negra. *Universidad de los Llanos, Repositorio Virtual*, 45-49.
Recuperado el 11 de Julio de 2018
- Dieguez, E. (25 de Octubre de 2015). Evaluación del efecto de tres humatos de Calcio sobre los parámetros de calidad en frutos de plátano. *URL, Repositorio Virtual*, 43-45.
Recuperado el 15 de Julio de 2018, de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2015/06/14/Dieguez-Edgar>
- Dole, P. (10 de Marzo de 2018). *Dole Corporation: Nutrition facts fresh fruits Plantains*.
Obtenido de Dole Corporation Web Site: www.dolefruits.com
- El Carmen, GAD Municipal. (2014). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón El Carmen. (CONACYT-GAD-MEC, Ed.) *SNI, Sistema Nacional de Investigaciones*, 20-24. Recuperado el 23 de Mayo de 2018, de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1360000550001_DIAGNOSTICO%20PDyOT%20CANTON_EL%20CARMEN%202015_16-03-2015_17-31-45.pdf
- Espinoza, J., López, A., & Vargas, A. &. (2001). Síntomas de Deficiencias Nutricionales y Otros Desórdenes en el cultivo de Banano. *Instituto de la Potasa y el Fósforo*, 4-12.
- FAO. (2012). Manejo Fitosanitario del Plátano para la Temporada Invernal. *Colombia Humanitaria-FAOSTATS*, 5-7.
- FAO-IFA. (2002). *Los Fertilizantes y su Uso*. Roma: Marbeuf Editores.

- Fertisa. (21 de Marzo de 2017). *Fertisa S.A.* Recuperado el 09 de Enero de 2018, de www.fertisa.com/portafolio-fertilizantes
- Finck, A. (1988). *Fertilizantes y Fertilización*. Barcelona: Reverté S.A.
- Furcal, P. (Febrero de 2016). Respuesta agronómica del Plátano a la Fertilización con Boro, Zinc y Calcio en San Carlos, Costa Rica. (D. A. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Ed.) *ITCR, Repositorio Virtual*(2151-035), 10-16. Recuperado el 15 de Julio de 2018
- Haifa. (2016). Recomendaciones Nutricionales para Banana. *Haifa*, 22-26.
- Hernández, D., & Reyes, G. (Diciembre de 2013). Efecto al Aplicar tres Dosis de Vermicompost con Fertilización Foliar Complementaria en el Crecimiento y Rendimiento del Plátano. *UNA Resource*, 21-25. Recuperado el 20 de Marzo de 2018
- INAMHI, 2. (10 de Marzo de 2018). *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología*. Obtenido de [inamhi.com.ec: http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202011.pdf](http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202011.pdf)
- INIBAP. (Diciembre de 2004). Focus sobre el Congreso Musa. (I. Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano, Ed.) *InfoMusa*, 13(II), 22-24. Recuperado el 20 de Marzo de 2018, de <http://www.inibap.org/publications/infomusa.spa.html>
- Lafargue, P. (2015). Propuesta de un Modelo matemático para aplicación de inyección de Bioestimulantes al Sistema Vascular de Plátano Barraganete. *UDLA, Repositorio Virtual*, 7-9.
- Linnaeus, C. (09 de Marzo de 2018). *Nombre científico*. Obtenido de www.tropicos.org: <http://www.tropicos.org/Name/40023883?langid=66>
- López, A., Ortiz, R., Ponchner, S., & Segura, A. (2004). El Cultivo de Banano. *Editorial Universidad Estatal a Distancia*, 53-59.

- López, A.; Solís, P. (1992). *Síntomas de Deficiencias Minerales en el cultivo de Bananos, I Fase*. (CBN-CR, Ed.) San José: Publicaciones Bananeras Nacionales. Recuperado el 25 de Mayo de 2018
- MAG. (2015). *Boletín Situacional del Plátano 2015*. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Coordinación General de Sistema de Información Nacional. Quito: Ministerio de Agricultura, Acuicultura, Ganadería y Pesca. Recuperado el 15 de Marzo de 2018, de www.agricultura.gob.ec
- Marín, R., & Sabando, A. (Junio de 2017). Influencia de cuatro densidades de siembra sobre el rendimiento de dos variedades de plátano tipo "Horn Plantein". *ESPAM, Repositorio Virtual*, 32-35. Recuperado el 15 de Julio de 2018, de <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/542/1/TA66.pdf>
- Martínez, G. (1984). Determinación del Área Foliar mínima en plátano en el Trópico Húmedo. *ICA: Instituto Colombiano Agropecuario*, 2-3. Recuperado el 08 de Agosto de 2017
- Mendoza, D. (Enero de 2018). Efecto de la Fertilización con Magnesio en el cultivo de plátano. *ULEAM, Repositorio Virtual*, 26-34. Recuperado el 15 de Julio de 2018
- Mendoza, L. (2015). Estudio de dos niveles de N, tres de CaO, y Aplicaciones adicionales de S, Zn, B, Mn en el rendimiento y calidad del fruto en el cultivo de plátano. *Universidad de Guayaquil, Repositorio Virtual*, 4-10. Recuperado el 30 de Noviembre de 2017
- Múnera, G. (2012). Manual General de Análisis de Suelos y Tejido Vegetal. *Centro de Recursos Informáticos y Educativos*, 4-6.
- Nava, C., & Villareal, E. (1999). Aplicación de nitrógeno, potasio, boro, magnesio y zinc a plantaciones de plátano, Musa AAB var. Hartón, en presencia de Sigatoka negra. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 17-24. Recuperado el 20 de Octubre de 2017

- Navarro, G. &. (2014). *Fertilizantes: Química y Acción*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Palencia, G., Gómez, R., & Martín, J. (2006). Manejo sostenible del cultivo de plátano. *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA*, 4-6. Recuperado el 18 de Marzo de 2018
- Párraga, B. (2015). Métodos y Niveles de Fertilización del plátano Barraganete, en la exportación y eficiencia de nutrientes. *ULEAM*, 2-3.
- Paz, R., & Pesántez, Z. (Noviembre de 2013). Potencialidad del Plátano Verde en la Nueva Matriz Productiva del Ecuador. *Revista Científica Yachana, II(2)*, 203-210. Recuperado el 15 de Marzo de 2018
- Pinchao, J. (Enero de 2018). Niveles de Fertilización en la Morfo-fisiología, Producción y Calidad del plátano Barraganete. *UELAM, Repositorio Virtual*, 27-29. Recuperado el 15 de Julio de 2018
- Reyes, G., & Hernández, D. (Diciembre de 2013). Efecto al aplicar tres dosis de vermicompost con Fertilización foliar complementaria en el crecimiento y rendimiento del plátano. *UNA, Repositorio Virtual*, 28-32. Recuperado el 11 de Julio de 2018, de <http://repositorio.una.edu.ni/2203/1/tnf04r457e.pdf>
- Rodríguez, B. (Junio de 2016). Desarrollo y Validación de Alternativas Tecnológicas Para la Producción Sostenible de Plátano Hartón. (U. L. Salle, Ed.) *La Salle, Repositorio Virtual*, 37-41. Recuperado el 03 de Julio de 2018
- Rojas, J. &. (2011). Fertilización y Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades en el Cultivo de Banano Orgánico. (R. O. UNALM, Ed.) *Agrobanco*, 16-19. Recuperado el 20 de Marzo de 2018

- Romero, R. (Octubre de 2017). Estrategia conjunta para mejorar los procesos de emprendimiento y manejo agronómico del cultivo de plátano, Variedad Hartón. (U. d. Salle, Ed.) *La Salle, Repositorio Virtual*, 24-31. Recuperado el 15 de Julio de 2018, de http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/24980/46132021_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ulloa, S., Tumbaco, J., Tumbaco, A., & Patiño, M. (2012). Grupo de Investigación en Cultivo Tropicales. *EDI-ESPE*, 4-5.
- Walmsley, D., & Twyfort, I. (1976). The Mineral Composition of the Banana Plant: Iron, Sulphur, Boron, Zinc, Copper, Sodium, Manganese & Aluminium. *Plant & Soil*, 43-44. Recuperado el 18 de Marzo de 2018

ANEXOS

Anexo 1: Análisis de la varianza de perímetro de pseudotallo

F.V	gl	SC	CM	F. cal	Valor p	
Modelo	9	352,57	39,17	3,21	2,51	
Repetición	2	245	122,5	10,62	0,2	**
Tratamiento	7	107	15,37	1,26	33	ns
Error	14	171,1	12,22			
Total	23	523,67				
CV		4,74				

Anexo 2: Análisis de la varianza del número de hojas a la floración

F.V	gl	SC	CM	F. cal	Valor p	
Modelo	9	2,58	0,29	1,3	31,93	
Repetición	2	0,37	0,19	0,84	45,38	ns
Tratamiento	7	2,21	0,32	1,43	26,92	ns
Error	14	3,1	0,22			
Total	23	5,68				
CV		4,4				

Anexo 3: Análisis de la varianza del número de hojas a la cosecha

F.V	gl	SC	CM	F. cal	Valor p	
Modelo	9	4,49	0,5	2,87	3,76	
Repetición	2	0,82	0,41	2,37	12,97	ns
Tratamiento	7	3,67	0,52	3,02	3,74	ns
Error	14	2,43	0,17			
Total	23	6,92				
CV		6,32				

Anexo 4: Análisis de la varianza del área foliar

F.V	gl	SC	CM	F. cal	Valor p	
Modelo	9	0,06	0,01	0,91	5,41	
Repetición	2	0,02	0,01	1,69	22,01	ns
Tratamiento	7	0,03	4,8E-03	0,69	67,99	ns
Error	14	0,1	0,01			
Total	23	0,15				
CV		6,47				

Anexo 5: Análisis de la varianza del peso de racimos

F.V	gl	SC	CM	F. cal	Valor p	
Modelo	9	131,44	14,6	7,18	0,6	
Repetición	2	16,82	8,41	4,14	3,88	*
Tratamiento	7	114,62	16,37	8,05	0,05	**
Error	14	28,46	2,03			
Total	23	159,9				
CV		6,19				

Anexo 6: Análisis de la varianza de peso de dedos

F.V	gl	SC	CM	F. cal	Valor p	
Modelo	9	93,16	10,35	4,88	0,43	
Repetición	2	11,04	5,52	2,6	10,94	ns
Tratamiento	7	82,12	11,73	5,53	0,38	**
Error	14	29,7	2,12			
Total	23	122,86				
CV		6,92				

Anexo 7: Análisis de la varianza de número de dedos

F.V	gl	SC	CM	F. cal	Valor p	
Modelo	9	111,2	12,36	2,9	3,62	
Repetición	2	9,39	4,7	1,1	35,91	ns
Tratamiento	7	101,81	14,54	3,42	2,4	*
Error	14	59,6	4,26			
Total	23	170,8				
CV		7,64				

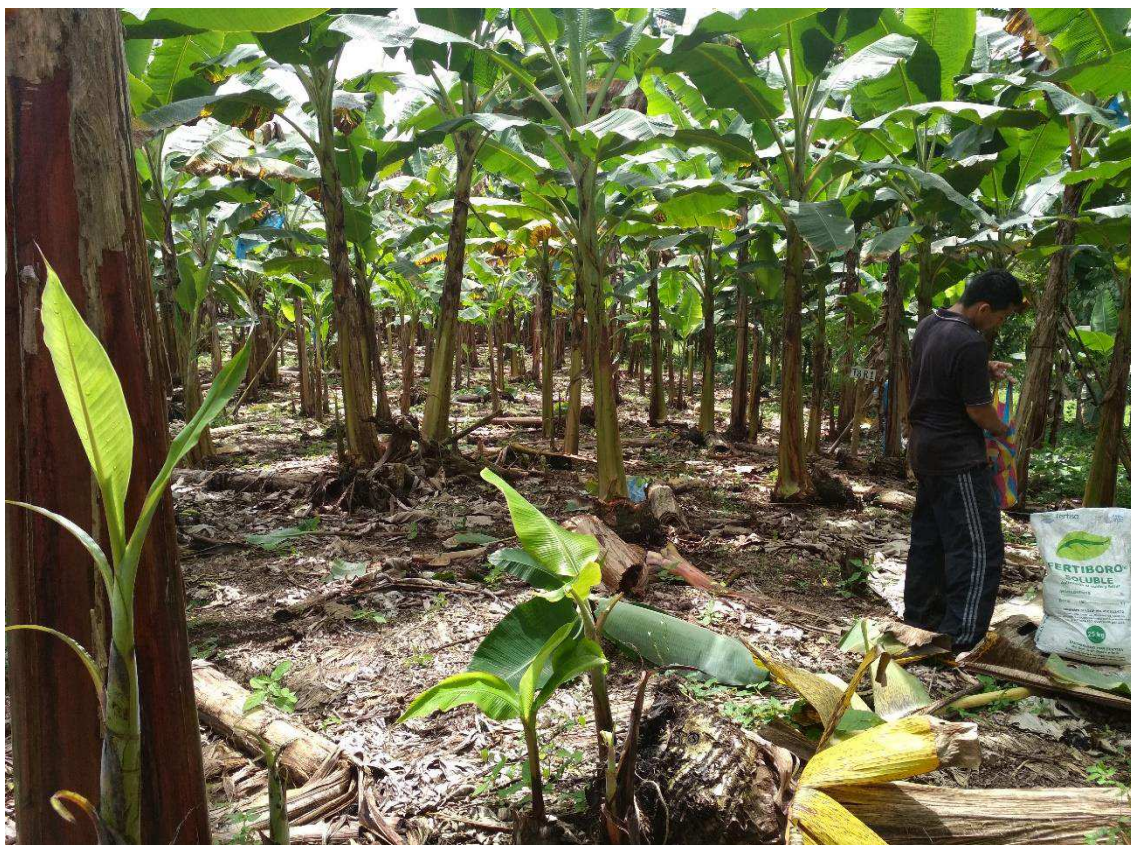
Anexo 8: Análisis de la varianza de dedos exportables

F.V	gl	SC	CM	F. cal	Valor p	
Modelo	9	106,01	11,78	2,89	3,69	
Repetición	2	245	6,1	1,5	25,78	ns
Tratamiento	7	107	13,4	3,29	2,77	*
Error	14	171,1	4,08			
Total	23	523,67				
CV		7,89				

Anexo 9: Análisis de la varianza de ratio racimos/ caja tipo "A"

F.V	gl	SC	CM	F. cal	Valor p	
Modelo	9	1,41	0,16	5,39	0,27	
Repetición	2	0,13	0,06	2,16	15,2	ns
Tratamiento	7	1,29	0,18	6,31	0,18	**
Error	14	0,41	0,03			
Total	23	1,82				
CV		4,74				

Anexo 10: Montaje del experimento

Anexo 12: *Labores culturales: Deschante***Anexo 11:** *Fertilización*

Anexo 13: *Labores culturales: Resiembra y control de plagas*



Anexo 14: *Fase de cosecha*



Anexo 16: *Toma de datos en plantación*




Anexo 15: *Desmane de dedos exportables*



Anexo 17: Peso de raquis y cajas tipo "A"



Anexo 18: Análisis de suelos previos a la investigación 1




ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec


REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre	: Estación Experimental Tropical Pichilingue	Nombre	: San Jorge (Jorge Vivas)	Cultivo Actual	: Plátano
Dirección	: km 5 Vía Quevedo El Empalme	Provincia	: Manabí	N° Reporte	: 008
Ciudad	: Quevedo	Cantón	: El Carmen	Fecha de Muestreo	: 25/11/2016
Teléfono	: 052783044 Ext.201	Parroquia	:	Fecha de Ingreso	: 25/11/2016
Fax	:	Ubicación	:	Fecha de Salida	: 15/12/2016

N° Muest.	Datos del Lote		pH	ppm			meq/100ml			ppm																
	Identificación	Area		NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B												
74651	Muestra 1		6,7	PN	27	M	11	M	1,83	A	21	A	1,8	M	50	A	7,4	A	3,9	M	108	A	5,4	M	0,13	B

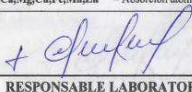


INTERPRETACION				Elementos: de N a B		METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES	
M _{Ac}	= Muy Acido	L _{Ac}	= Liger. Acido	L _{Al}	= Lige. Alcalino	RC	= Requiere Cal.	B	= Bajo
Ac	= Acido	PN	= Prac. Neutro	M _{Al}	= Media. Alcalino	M	= Medio	N,P,B	= Colorimetria
M _{Ac}	= Media. Acido	N	= Neutro	Al	= Alcalino	A	= Alto	S	= Turbidimetria
								K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	= Absorción atómica
									Olsen Modificado
									Fosfato de Calcio Monobásico
									B,S




LIDER DPTO. MAC SUELOS Y AGUAS

La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses, tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados



RESPONSABLE LABORATORIO

Anexo 20: Análisis de suelos previos a la investigación 2




ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO				DATOS DE LA PROPIEDAD				PARA USO DEL LABORATORIO			
Nombre : Estación Experimental Tropical Pichilingue				Nombre : San Jorge (Jorge Vivas)				Cultivo Actual : Plátano			
Dirección : km 5 Vía Quevedo El Empalme				Provincia : Manabí				N° de Reporte : 008			
Ciudad : Quevedo				Cantón : El Carmen				Fecha de Muestreo : 25/11/2016			
Teléfono : 052783044 Ext.201				Parroquia :				Fecha de Ingreso : 25/11/2016			
Fax :				Ubicación :				Fecha de Salida : 15/12/2016			

N° Muest.	meq/100ml			dS/m		(%)		Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)½	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Mg	K	K	Σ Bases	RAS	Cl	Arena	Limo	Arcilla			
74651					5,7 A	11,6	0,98	12,46	24,63					43	50	7	Franco-Limoso



INTERPRETACION				ABREVIATURAS		METODOLOGIA USADA	
Al+H, Al y Na	C.E.		M.O. y Cl		C.E.	C.E. = Conductimetro	
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo	M.O. = Materia Orgánica	M.O.	M.O. = Titulación de Welkley Black	
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino	M = Medio	RAS = Relación de Adsorción de Sodio	RAS	RAS = Titulación con NaOH	
T = Tóxico			A = Alto			Al+H = Titulación con NaOH	


La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses, tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados

LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

+ *[Firma]*

RESPONSABLE LABORATORIO

Anexo 19: Análisis foliares previos a la investigación




ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS FOLIARES

DATOS DEL PROPIETARIO				DATOS DE LA PROPIEDAD				PARA USO DEL LABORATORIO			
Nombre : Vivas Jorge (FENAPROFE)				Nombre : San Jorge				Cultivo : PLATANO			
Dirección :				Provincia : Manabí				N° de Reporte :			
Ciudad : El Carmen				Cantón : El Carmen				Fecha de Muestreo : 23/11/2016			
Teléfono :				Parroquia :				Fecha de Ingreso : 02/12/2016			
Fax :				Ubicación :				Fecha de Salida : 13/12/2016			

N° Muest.	Datos del Lote		(%)							(ppm)						
	Identificación	Area	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Mo	Na
17176	Muestra 1		2,4 D	0,16 A	2,63 D	0,87 E	0,30 E	0,21 A		20 A	7 A	126 A	104 D	28 E		



La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses, tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados

LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

+ *[Firma]*

RESPONSABLE LABORATORIO

INTERPRETACION			
D	=	Deficiente	
A	=	Adecuado	
E	=	Excesivo	

Anexo 21: Análisis foliar T1



Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	SR. CARLOS VELEZ	Numero de muestra:	5061
Entregada por:		Fecha de Ingreso:	15/06/2018
Identificación:	T 1	Fecha de impresión:	02/07/2018
Cultivo:	PLATANO BARRAGANETE (DOMINICO)	Fecha de Entrega:	04/07/2018
Edad :		No. Laboratorio	Desde 0 001 Hasta:

MATERIA SECA (%)												
VALORES	N		P		K		Ca		Mg		S	
Tiene	2,30		0,20		2,95		1,00		0,34		0,13	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Niv. Adec.	3,10	3,70	0,2	0,30	3,30	3,80	1,40	1,60	0,30	0,50	0,20	0,30
Interpretación	D		N		D		D		N		D	

ppm										
VALORES	Cu		B		Fe		Zn		Mn	
Tiene	8,00		26,34		100,00		19,00		73,00	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Niv. Adec.	9,70	13,70	12,80	22,40	135,0	196,0	21,00	29,00	43,7	78,3
Interpretación	D		E		D		D		N	

RELACIONES						BASES (%)
VALORES	N/k	N/P	Mg/k	Ca/B	(Ca+Mg)/k	(K+Ca+Mg)
	R4	R5	R2	R1	R3	SUMATORIA
Tiene	0,78	11,50	0,12	379,65	0,45	4,29

Interpretación

D: Deficiente
N: Normal
E: Exceso


Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB



Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)

Teléfono:
2752-607

M&J

Anexo 22: Análisis foliar T2



Datos del cliente		Referencia	
Ciente :	SR. CARLOS VELEZ	Numero de muestra:	5062
Entregada por:		Fecha de Ingreso:	15/06/2018
Identificación:	T 2	Fecha de impresión:	02/07/2018
Cultivo:	PLATANO BARRAGANETE (DOMINICO)	Fecha de Entrega:	04/07/2018
Edad :		No. Laboratorio	Desde 0 001 Hasta:

MATERIA SECA (%)												
VALORES	N		P		K		Ca		Mg		S	
Tiene	2,30		0,23		3,69		0,81		0,27		0,15	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Niv. Adec.	3,10	3,70	0,2	0,30	3,30	3,80	1,40	1,60	0,30	0,50	0,20	0,30
Interpretación	D		N		N		D		D		D	

ppm										
VALORES	Cu		B		Fe		Zn		Mn	
Tiene	6,00		30,37		104,00		18,00		68,00	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Niv. Adec.	9,70	13,70	12,80	22,40	135,0	196,0	21,00	29,00	43,7	78,3
Interpretación	D		E		D		D		N	

RELACIONES						BASES (%)
VALORES	N/k	N/P	Mg/k	Ca/B	(Ca+Mg)/k	(K+Ca+Mg)
	R4	R5	R2	R1	R3	SUMATORIA
Tiene	0,62	10,00	0,07	266,71	0,29	4,77

Interpretación

D: Deficiente
N: Normal
E: Exceso


Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB



Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)

Teléfono:
2752-607

M&J

Anexo 23: Análisis foliar T3



Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	SR. CARLOS VELEZ	Numero de muestra:	5063
Entregada por:		Fecha de Ingreso:	15/06/2018
Identificación:	T 3	Fecha de impresión:	02/07/2018
Cultivo:	PLATANO BARRAGANETE (DOMINICO)	Fecha de Entrega:	04/07/2018
Edad :		No. Laboratorio	Desde 0 001 Hasta:

MATERIA SECA (%)												
VALORES	N		P		K		Ca		Mg		S	
Tiene	2,30		0,25		3,94		0,77		0,31		0,16	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Niv. Adec.	3,10	3,70	0,2	0,30	3,30	3,80	1,40	1,60	0,30	0,50	0,20	0,30
Interpretación	D		N		E		D		N		D	

ppm										
VALORES	Cu		B		Fe		Zn		Mn	
Tiene	6,00		36,02		102,00		17,00		98,00	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Niv. Adec.	9,70	13,70	12,80	22,40	135,0	196,0	21,00	29,00	43,7	78,3
Interpretación	D		E		D		D		E	

RELACIONES						BASES (%)
VALORES	N/k	N/P	Mg/k	Ca/B	(Ca+Mg)/k	(K+Ca+Mg)
	R4	R5	R2	R1	R3	SUMATORIA
Tiene	0,58	9,20	0,08	213,77	0,27	5,02

Interpretación

D: Deficiente

N: Normal

E: Exceso


 Dra. Luz María Martínez
 LABORATORISTA
 AGROLAB



Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)

Teléfono:
2752-607

M&J

Anexo 24: Análisis foliar T4



Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	SR. CARLOS VELEZ	Numero de muestra:	5064
Entregada por:		Fecha de Ingreso:	15/06/2018
Identificación:	T 4	Fecha de impresión:	02/07/2018
Cultivo:	PLATANO BARRAGANETE (DOMINICO)	Fecha de Entrega:	04/07/2018
Edad :		No. Laboratorio	Desde 0 001 Hasta:

MATERIA SECA (%)												
VALORES	N		P		K		Ca		Mg		S	
Tiene	2,00		0,21		3,87		0,85		0,24		0,19	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Niv. Adec.	3,10	3,70	0,2	0,30	3,30	3,80	1,40	1,60	0,30	0,50	0,20	0,30
Interpretación	D		N		E		D		D		D	

ppm										
VALORES	Cu		B		Fe		Zn		Mn	
Tiene	5,00		27,77		100,00		19,00		59,00	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Niv. Adec.	9,70	13,70	12,80	22,40	138,0	196,0	21,00	29,00	43,7	78,8
Interpretación	D		E		D		D		N	

RELACIONES						BASES (%)
VALORES	N/k	N/P	Mg/k	Ca/B	(Ca+Mg)/k	(K+Ca+Mg)
	R4	R5	R2	R1	R3	SUMATORIA
Tiene	0,52	9,52	0,06	306,09	0,28	4,96

Interpretación

D: Deficiente
N: Normal
E: Exceso


Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB



Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)

Teléfono:

3750 602

M. I.

Anexo 25: Análisis foliar T5



Datos del cliente		Referencia	
Ciente :	SR. CARLOS VELEZ	Numero de muestra:	5065
Entregada por:		Fecha de Ingreso:	15/06/2018
Identificación:	T 5	Fecha de impresión:	02/07/2018
Cultivo:	PLATANO BARRAGANETE(DOMINICO)	Fecha de Entrega:	04/07/2018
Edad :		No. Laboratorio	Desde 0 001 Hasta:

MATERIA SECA (%)												
VALORES	N		P		K		Ca		Mg		S	
Tiene	2,20		0,18		3,35		0,58		0,23		0,17	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Niv. Adec.	3,10	3,70	0,2	0,30	3,30	3,80	1,40	1,60	0,30	0,50	0,20	0,30
Interpretación	D		D		N		D		D		D	

ppm										
VALORES	Cu		B		Fe		Zn		Mn	
Tiene	5,00		34,71		92,00		16,00		62,00	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Niv. Adec.	9,70	13,70	12,80	22,40	135,0	196,0	21,00	29,00	43,7	78,3
Interpretación	D		E		D		D		N	

RELACIONES						BASES (%)
VALORES	N/k	N/P	Mg/k	Ca/B	(Ca+Mg)/k	(K+Ca+Mg)
	R4	R5	R2	R1	R3	SUMATORIA
Tiene	0,66	12,22	0,07	167,1	0,24	4,16

Interpretación

D: Deficiente
N: Normal
E: Exceso


Dra. Luz Maria Martinez
LABORATORISTA
AGROLAB



Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)

Teléfono:
2752-607

Anexo 26: Análisis foliar T6



Datos del cliente		Referencia	
Ciente :	SR. CARLOS VELEZ	Numero de muestra:	5066
Entregada por:		Fecha de Ingreso:	15/06/2018
Identificación: T 6		Fecha de impresión:	02/07/2018
Cultivo:	PLATANO BARRAGANETE (DOMINICO)	Fecha de Entrega:	04/07/2018
Edad :		No. Laboratorio	Desde 0 001 Hasta:

MATERIA SECA (%)												
VALORES	N		P		K		Ca		Mg		S	
Tiene	2,30		0,24		3,69		0,74		0,29		0,20	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Niv. Adec.	3,10	3,70	0,2	0,30	3,30	3,80	1,40	1,60	0,30	0,50	0,20	0,30
Interpretación	D		N		N		D		D		N	

ppm										
VALORES	Cu		B		Fe		Zn		Mn	
Tiene	5,00		41,22		99,00		16,00		78,00	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Niv. Adec.	9,70	13,70	12,80	22,40	135,0	196,0	21,00	29,00	43,7	78,3
Interpretación	D		E		D		D		N	

RELACIONES						
VALORES	N/k	N/P	Mg/k	Ca/B	(Ca+Mg)/k	BASES (%)
	R4	R5	R2	R1	R3	(K+Ca+Mg)
Tiene	0,62	9,58	0,08	179,52	0,28	SUMATORIA 4,72

Interpretación
D: Deficiente
N: Normal
E: Exceso

[Signature]
 Dra. Luz María Martínez
 LABORATORISTA
 AGROLAB

Anexo 27: Análisis foliar T7



Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	SR. CARLOS VELEZ	Numero de muestra:	5067
Entregada por:		Fecha de Ingreso:	15/06/2018
Identificación:	T 7	Fecha de impresión:	02/07/2018
Cultivo:	PLATANO BARRAGANETE (DOMINICO)	Fecha de Entrega:	04/07/2018
Edad :		No. Laboratorio	Desde 0 001 Hasta:

MATERIA SECA (%)												
VALORES	N		P		K		Ca		Mg		S	
Tiene	1,90		0,25		3,98		0,65		0,30		0,18	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Niv. Adec.	3,10	3,70	0,2	0,30	3,30	3,80	1,40	1,60	0,30	0,50	0,20	0,30
Interpretación	D		N		E		D		N		D	

ppm										
VALORES	Cu		B		Fe		Zn		Mn	
Tiene	4,00		31,24		130,00		20,00		73,00	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Niv. Adec.	9,70	13,70	12,80	22,40	135,0	196,0	21,00	29,00	43,7	78,3
Interpretación	D		E		D		D		N	

RELACIONES						BASES (%)
VALORES	N/k	N/P	Mg/k	Ca/B	(Ca+Mg)/k	(K+Ca+Mg)
	R4	R5	R2	R1	R3	SUMATORIA
Tiene	0,48	7,60	0,08	208,07	0,24	4,93

Interpretación

D: Deficiente
N: Normal
E: Exceso


Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB



Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)

Teléfono:
2752-607

M&J

Anexo 28: Análisis foliar T8



Datos del cliente		Referencia	
Cliente :	SR. CARLOS VELEZ	Numero de muestra:	5068
Entregada por:		Fecha de Ingreso:	15/06/2018
Identificación: T 8		Fecha de impresión:	02/07/2018
Cultivo: PLATANO BARRAGANETE (DOMINICO)		Fecha de Entrega:	04/07/2018
Edad :		No. Laboratorio	Desde 0 001 Hasta:

MATERIA SECA (%)												
VALORES	N		P		K		Ca		Mg		S	
Tiene	2,30		0,22		3,89		0,58		0,21		0,18	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Niv. Adec.	3,10	3,70	0,2	0,30	3,30	3,80	1,40	1,60	0,30	0,50	0,20	0,30
Interpretación	D		N		E		D		D		D	

ppm										
VALORES	Cu		B		Fe		Zn		Mn	
Tiene	5,00		37,32		75,00		20,00		82,00	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Niv. Adec.	9,70	13,70	12,80	22,40	135,0	196,0	21,00	29,00	43,7	78,3
Interpretación	D		E		D		D		E	

RELACIONES						BASES (%)
VALORES	N/k	N/P	Mg/k	Ca/B	(Ca+Mg)/k	(K+Ca+Mg)
	R4	R5	R2	R1	R3	SUMATORIA
Tiene	0,59	10,45	0,05	155,41	0,2	4,68

Interpretación

D: Deficiente
N: Normal
E: Exceso


Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
AGROLAB



Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)

Teléfono:
2752-607

M&J