



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 EXPERIMENTAL

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGROPECUARIO**

**EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON MAGNESIO EN EL
CULTIVO DEL PLÁTANO (*Musa paradisiaca* L.) CV.
BARRAGANETE.**

AUTOR:

MENDOZA IBARRA DARÍO ANTONIO

TUTOR:

ING. JORGE SIFRIDO VIVAS CEDEÑO

EL CARMEN, ENERO DE 2018

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

El suscrito Tutor

Ing. Jorge Vivas Cedeño en calidad de tutor académico designado por el coordinador de la carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión en El Carmen, CERTIFICO que el presente trabajo de investigación con el Tema: **EFEECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON MAGNESIO EN EL CULTIVO DEL PLÁTANO (*Musa AAB*) CV. BARRAGANETE**, ha sido elaborado por el egresado: Mendoza Ibarra Darío Antonio, 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, Enero de 2018

Ing. Jorge Sifrido Vivas Cedeño

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Mendoza Ibarra Darío Antonio con cédula de ciudadanía 131364149-8, egresado de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión en 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 recomendaciones y conclusiones de la presente investigación con el tema: **EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON MAGNESIO EN EL CULTIVO DEL PLÁTANO (*Musa AAB*) CV. BARRAGANETE**, son información exclusiva de 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 en El Carmen.

Mendoza Ibarra Darío Antonio

AUTOR

**TITULO: EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN CON MAGNESIO EN
EL CULTIVO DEL PLÁTANO (*Musa* AAB) CV. BARRAGANETE**

AUTOR: Mendoza Ibarra Darío Antonio

TUTOR: Ing. Jorge Sifrido Vivas Cedeño

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO
DE
INGENIERO AGROPECUARIO**

TRIBUNAL DE TITULACIÓN _____

TRIBUNAL DE TITULACIÓN _____

TRIBUNAL DE TITULACIÓN _____

DEDICATORIA

Dedico este trabajo investigativo a Dios.

A mis padres Nery Mendoza y Rosa Ibarra.

A mis hermanos Yosimar y Jordyn Mendoza Ibarra.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Nery Mendoza y Rosa Ibarra.

A mis hermanos Yosimar y Jordyn Mendoza Ibarra.

A la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión en El Carmen.

Al Ing. Jorge Vivas Cedeño tutor de tesis.

A mis compañeros de aula.

ÍNDICE

PORTADA.....	i
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS	vi
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I.....	3
1. MARCO TEÓRICO	3
1.1 Fertilización del cultivo de plátano	3
1.2 Funciones del Magnesio en la planta.....	3
1.3 La disponibilidad y absorción del Magnesio en el suelo.....	4
1.4 La absorción del Magnesio por la planta.....	4
1.5 Síntomas de deficiencia del Magnesio.	5
1.6 Eficiencia en el uso de Nutrientes.	5
1.7 Eficiencia Agronómica (EA).....	5
1.8 Factor Parcial de Productividad (FPP).	6
1.9 Balance Parcial de Nutrientes (BPN).	6
CAPITULO II	7
2. DISEÑO METODOLÓGICO.....	7

2.1	Localización de la unidad experimental.....	7
2.2	Características agroecológicas de la zona.....	7
2.3	VARIABLES.....	7
2.4	VARIABLES INDEPENDIENTES.....	7
2.5	VARIABLES DEPENDIENTES.....	8
2.5.1	MORFOLÓGICAS.....	8
2.5.2	PRODUCTIVAS.....	8
2.5.3	EFICIENCIA DE NUTRIENTE.....	8
2.6	Unidad experimental.....	9
2.7	Tratamientos.....	10
2.8	Características de la unidad experimental.....	10
2.9	Análisis estadístico.....	10
2.10	Manejo del Ensayo.....	11
CAPITULO III.....		13
3.	EVALUACIÓN DE RESULTADOS.....	13
3.1	VARIABLES MORFOLÓGICAS.....	13
3.1.1	Altura de plantas.....	13
3.1.2	Número de hojas funcionales a la cosecha.....	14
3.2	VARIABLES PRODUCTIVAS.....	15
3.2.1	Peso de racimos.....	15
3.2.2	Número de dedos por racimo.....	16
3.2.3	Calibre de dedos.....	17
3.2.4	Rendimiento $t\ ha^{-1}$ y cajas ha^{-1}	18
3.3	EFICIENCIA DEL USO DE NUTRIENTES.....	19
3.3.1	EFICIENCIA AGRONÓMICA (EA).....	20

3.3.2	Factor parcial de productividad (FPP).....	21
3.3.3	Balance parcial de nutriente (BPN).....	22
	CONCLUSIONES	24
	BIBLIOGRAFÍA.....	xiii
	ANEXOS.....	xvii

ÍNDICE DE TABLAS

Cuadro 1.	Características agroecológicas de la localidad.....	7
Cuadro 2.	Dosis de Magnesio (Oxido de Magnesio [MgO]).....	7
Cuadro 3.	Descripción de los tratamientos	10
Cuadro 4.	Características de la unidad experimental.....	10
Cuadro 5.	Esquema del Análisis de la Varianza (ADEVA)	10
Cuadro 6.	Eficiencia Agronómica (EA), Factor Parcial de Productividad (FPP) y Balance Parcial de Nutriente (BPN) del MgO.	19
Cuadro 7.	Cálculo de la EA_{Mg} para la producción de fruta.	20

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Dosis de MgO sobre la altura de plantas	13
Figura 2.	Dosis de MgO sobre el número de hojas funcionales a la cosecha	14
Figura 3.	Dosis de MgO sobre el peso de racimos.....	15
Figura 4.	Dosis de MgO sobre el número de dedos por racimo.....	16
Figura 5.	Dosis de MgO sobre el calibre de dedos	17
Figura 6.	Dosis de MgO sobre el rendimiento $t\ ha^{-1}$ y cajas ha^{-1}	18
Figura 7.	Respuesta de la fertilización con MgO en el rendimiento de la fruta y la Eficiencia Agronómica del plátano barraganete.	20
Figura 8.	Relación entre las dosis de MgO, el FPP_{Mg} y el rendimiento en fruta $kg\ ha^{-1}$	21

Figura 9. Relación entre las dosis del Magnesio, la exportación del Magnesio en la fruta y el Balance parcial de nutriente	22
---	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza altura de planta.....	xvii
Anexo 2. Análisis de varianza número de hojas a la cosecha.....	xvii
Anexo 3. Análisis de varianza número de dedos por racimo.....	xvii
Anexo 4. Análisis de varianza peso de racimos.....	xviii
Anexo 5. Análisis de varianza calibre de dedos.	xviii
Anexo 6. Análisis de varianza rendimiento t ha ⁻¹	xviii
Anexo 7. Materia seca, concentración y absorción de Magnesio en la fruta del plátano barraganete.....	xix
Anexo 8. Promedio de las variables de cada tratamiento	xx
Anexo 9. Labores culturales	xx
Anexo 10. Aplicación en drench del MgO	xxi
Anexo 11. Peso de racimos.....	xxi
Anexo 12. Análisis de Magnesio.	xxii
Anexo 13. Análisis de suelo.....	xxiii

RESUMEN

En la carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión en El Carmen se realizó un trabajo de investigación, para evaluar el efecto de las dosis de Magnesio (Mg) sobre la morfología, producción y eficiencia en el cultivo de plátano (*Musa AAB*) cv. Barraganete, en un cultivo ya establecido. Se utilizó un Diseño de bloques completamente al Azar (DBCA), los promedios de los tratamientos se compararon mediante prueba de Tukey (0.05). Se evaluaron cuatro dosis (0 kg ha⁻¹, 4 kg ha⁻¹, 8 kg ha⁻¹, 12 kg ha⁻¹ MgO) fraccionado en dos aplicaciones (50% y 50%) sobre las variables. Respecto al comportamiento del cultivo a la aplicación de Magnesio en la morfología se encontró diferencias significativas. En lo que respecta a las variables productivas se encontró diferencias altamente significativas en lo que corresponde a calibre de dedos, número de dedos por racimos, peso de racimos y al rendimiento en toneladas y cajas ha⁻¹, el cual ubica al tratamiento 4 con dosis de 12 kg ha⁻¹ de Magnesio con el mayor rendimiento con una producción de 26.63 t ha⁻¹, para las variables de eficiencia esta se alcanzó la óptima entre dosis de 6 a 10 kg ha⁻¹ de Magnesio.

ABSTRACT

In the career of Agricultural Engineering of the Laica University "Eloy Alfaro" of Manabí El Carmen Extension. This research work was carried out, to evaluate the effect of the doses of Magnesium (Mg) on the morphology, production and efficiency in the cultivation of banana (Musa AAB.) cv "Barraganete", in an established crop. A completely randomized block design (DBCA) was used, the averages of the treatments were compared using the Tukey test (0.05). Four doses (0 kg ha⁻¹, 4 kg ha⁻¹, 8 kg ha⁻¹, 12 kg ha⁻¹ MgO) were evaluated in two applications (50% and 50%) on the variables. Regarding the behavior of the crop to the application of Magnesium in the morphology, significant differences were found. Regarding the productive variables, highly significant differences in what corresponds to caliber of fingers, number of fingers per bunch, weight of bunches and yield in tons and boxes ha⁻¹, which place the treatment 4 with a dose of 12 kg ha⁻¹ of Magnesium with the highest yield with a production of 26.63 t ha⁻¹, for the efficiency variables this reached the optimum between doses of 6 to 10 kg ha⁻¹ of Magnesium.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de plátano se encuentra en las zonas tropicales y subtropicales del mundo, es de alta demanda a nivel mundial y representa un aporte trascendente en la alimentación y sustento económico para los sectores donde se produce, en el 2012 la producción mundial de esta musácea fue de 35 768 575 toneladas (t), estando Uganda, Ghana y Camerún los principales productores (Food and Agriculture Organization [FAO], 2013).

Según el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca [MAGAP], (2015) Ecuador se mantiene entre los principales exportadores de este producto a nivel mundial. Ecuador tiene un total de 110 110 ha con una producción de 610 413 t (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC], 2016). La provincia de Manabí cuenta con 41 112 ha, y una producción nacional del 49% con un rendimiento de 6.85 t ha^{-1} , la cual genera fuente de trabajo y seguridad alimentaria en la población (MAGAP, 2015).

Según Jumbo (2010), el producto con mayor superficie sembrada en el Cantón El Carmen es el plátano barraganete (*Musa AAB*), debido a que el clima de esta zona es el más adecuado para su producción, se calcula que semanalmente salen de 140 000 cajas de plátano de 23 kg de clase A. Durante los últimos años, el agricultor platanero con el afán de mantenerse activo, ha implementado planes y programas de fertilización química y orgánica, pero sin que los mismos tengan un sustento científico que permitan definir con claridad los requerimientos nutricionales del cultivo (Caballero, 2010).

Tradicionalmente se ha dado una importancia especial y única a la aplicación equilibrada de los nutrientes primarios: Nitrógeno (N), Fósforo (P_2O_5) y Potasio (K_2O), sin tomar en cuenta nutrientes esenciales como el Magnesio; que con un adecuado suministro de este nutriente a las plantas intensifica claramente la actividad fotosintética de las hojas y por ende la producción (Rivero, 2013).

Según Avellán, Calvache & Cobeña (2015), los productores no fertilizan con este elemento ya que la cantidad exportada es muy baja, pero hay que tener en cuenta que el promedio del suelo es bajo; entonces, es necesario pensar en un programa de reposición de este elemento.

Debido a las bajas investigaciones de este elemento, los síntomas de deficiencias del Magnesio son cada día más observados en los cultivos que se desarrollan no sólo sobre suelos que por su origen o situación son de siempre deficientes en este elemento, sino también sobre cultivos que crecen sobre los suelos originalmente bien abastecidos de este elemento nutritivo (Rivero 2013).

Esta investigación tuvo por objetivo general: Evaluar el efecto de las dosis de Magnesio sobre la morfología, producción y eficiencia de nutriente en el cultivo de plátano (*Musa AAB*) cv. Barraganete. Los objetivos específicos fueron, evaluar el efecto de las dosis de Magnesio sobre las características morfológicas de la planta, determinar el efecto de las dosis de Magnesio sobre las variables productivas del cultivo, medir la eficiencia del uso de Magnesio en el plátano barraganete. La hipótesis a verificar fue: Las dosis del Magnesio influirán sobre la morfología, producción y eficiencia de nutriente del cultivo de plátano (*Musa AAB*) cv. Barraganete

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Fertilización del cultivo de plátano

Durante los últimos 20 años la aplicación de fertilizantes, han mejorado la producción, más aun cuando las investigaciones y nuevas tecnologías están enfocadas a incrementar el rendimiento y la calidad de los frutos (García & Gonzáles, 2013).

La producción agrícola está estrechamente relacionada con la nutrición de la planta, el cual no depende exclusivamente de la presencia de determinados elementos en el suelo, sino también de ciertas acciones e interacciones con la planta y el suelo; de acuerdo con esto, para realizar el proceso de fertilización del cultivo de plátano se debe tener en cuenta ciertas directrices inherentes entre la planta y el suelo, como son: disponibilidad de nutrientes en el suelo, función de estos en la planta, relación entre ellos, requerimientos nutricionales del cultivo, fuente y manera de aplicar el fertilizante, para lograr un cultivo adecuado y de calidad (Belalcázar 1999).

1.2 Funciones del Magnesio en la planta

El Magnesio es un macronutriente secundario absorbido como Mg^{2+} , interviene en algunas funciones esenciales para la planta (Haifa, 2014). Según García (2008), es un constituyente de los ribosomas y es el átomo principal de la clorofila ayudando a la síntesis de proteína y forma parte de las reacciones de transferencia de energía (ATP y enzimas).

El Magnesio es requerido, en forma no específica, por un gran número de enzimas involucradas en la transferencia de fosfatos, está involucrado en la fotosíntesis, en el metabolismo de los carbohidratos y en la síntesis de los ácidos nucleicos, además, está relacionado con el movimiento de carbohidratos desde las hojas hacia las partes superiores (Haifa, 2014).

1.3 La disponibilidad y absorción del Magnesio en el suelo

Los suelos generalmente no contienen todos los nutrientes necesarios para la producción de los cultivos en las cantidades requeridas y en muchos casos la misma naturaleza tiene que proveer abono a los suelos para que este permita restituir en una forma parcial no solo las cantidades extraídas por la planta, sino también las pérdidas por efecto de lixiviación, lo que evita el rendimiento óptimo de los cultivos (Alcántar & Trejo, 2010).

Dentro de los factores que afectan la disponibilidad y absorción del Magnesio, nos encontramos por ejemplo con: bajo pH del suelo, suelos con condiciones secas, bajas temperaturas, y altos niveles de elementos competitivos, tales como el potasio y el calcio, estos últimos reducen la disponibilidad del mismo (Kali, 2017).

El contenido de Magnesio está estrechamente correlacionado con la naturaleza física del suelo; es máximo en suelos arcillosos y mínimo en aquellos arenosos donde está sometido a fuertes lavados (Belalcázar 1999). Se estima que el 1,93% de la corteza terrestre está constituida, en forma de olivino, talco, serpentinas, augita, clorita, dolomita, biotita que al intemperizarse liberan Magnesio donde se puede lixiviar siendo la principal forma pérdida en el suelo por microorganismos, plantas superiores o filtradas por el agua a las capas profundas (Alcántar & Trejo, 2010).

1.4 La absorción del Magnesio por la planta.

La absorción del Magnesio por parte de la planta es inferida negativamente por una relación K Mg, Ca Mg y NH₄ Mg alta, así como un bajo valor de pH de los suelos, de esta forma, a pesar de tener un alto contenido, puede aparecer una deficiencia latente o aguda para las plantas; internamente las plantas absorben este nutriente en su forma iónica Mg⁺², es la forma disuelto en la solución del suelo (Kali, 2017).

Los procesos fisiológicos por los cuales se absorbe el Magnesio son:

- Absorción pasiva, impulsada por la corriente de transpiración, es causada por simple difusión, siguiendo un gradiente electroquímico, hasta obtener la condición de equilibrio, no requiere de energía metabólica

- Difusión, movimiento de iones de Magnesio desde zonas de alta concentración hacia zonas de menor concentración y requiere energía metabólica, la fuente principal de la energía metabólica es la hidrólisis del ATP aportado por la respiración, este transporte se realiza en presencia de proteínas transportadoras o bombas que pueden transportar H^+ , Na^+ , Ca^{+2} , K^+ (Kali, 2017).

Segun Avellán, *et al* (2015), la etapa en la que mas Magnesio absorbe la planta es entre la emision de la hoja 20 y 30, representando el 42% del total absorbido por las plantas.

1.5 Síntomas de deficiencia del Magnesio.

Los síntomas de deficiencia se presentan, específicamente en la parte intervenal de las hojas viejas, sin embargo esto se puede evidenciar más si la intensidad de luz del sol no es la adecuada (Cakmak & Yazici, 2010). Las hojas presentan un color amarillento, bronceado o rojizo, mientras que las venas se mantienen verdes (Tumbaco, Patiño & Ulloa, 2012).

1.6 Eficiencia en el uso de Nutrientes.

Según Stewart (2008), la eficiencia de uso de nutrientes y sus varias expresiones no deben confundirse con manejo efectivo de nutrientes, a menudo se pueden conseguir eficiencias más altas al reducir las dosis y sacrificar el rendimiento, la eficiencia de nutrientes se considera a la forma eficiente en el que la planta utiliza los nutrientes que tiene a disposición en el ambiente para la producción.

Snyder & Bruselma (2007), proponen la utilización de los índices Eficiencia Agronómica (EA), Factor Parcial de Productividad (FPP), y el Balance Parcial del Nutriente (BPN).

1.7 Eficiencia Agronómica (EA).

Es la unidad de incremento del rendimiento de la cosecha (cultivo fertilizado – cultivo sin fertilizar) por unidad de nutriente aplicado, se representa como kg de incremento en producción por kg de nutriente que se aplica (Dobermann, 2005).

1.8 Factor Parcial de Productividad (FPP).

Representa la manera más simple de medir la eficiencia en producción de una plantación; se calcula con la unidad en rendimiento del cultivo por unidad del nutriente aplicado, se representa en kg de fruta por kg de nutriente que se aplica (Snyder & Bruulsema, 2007).

1.9 Balance Parcial de Nutrientes (BPN).

Se considera como el resultado de la diferencia entre la cantidad de nutrientes que entran y salen de un cultivo (Ciampitti & García, 2008). Se calcula con el promedio de contenido de nutriente en la parte de la cosecha de los cultivos por unidad de nutriente aplicado en el mismo (Snyder & Bruulsema, 2007).

Este índice no representa la cantidad de nutriente que ha sido transformado en la relación suelo-planta; únicamente indica un balance nutricional de un cultivo determinado en base a los nutrientes que salen en la parte cosechada, se representa como kg de nutriente que sale del cultivo por kg de nutriente que se aplica (Ciampitti & García, 2008).

CAPITULO II

2. DISEÑO METODOLÓGICO

2.1 Localización de la unidad experimental.

El presente ensayo se lo realizó en el cantón El Carmen, perteneciente a la provincia de Manabí, en la Finca “particular”, misma que se encuentra ubicada a 2 km del Cantón El Carmen, margen derecho, bajada al camal vía sumita-pita.

2.2 Características agroecológicas de la zona.

Las características Agroecológicas de la localidad se presentan en el cuadro.

Cuadro 1. Características agroecológicas de la localidad

Características	El Carmen
Clima	Trópico Húmedo
Temperatura (°C)	24
Precipitación media anual (mm)	2 659
Altitud (msnm)	249

Fuente: (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI] Estación Experimental Tropical Pichilingue, 2014)

2.3 Variables.

2.4 Variables independientes.

Cuadro 2. Dosis de Magnesio (Oxido de Magnesio [MgO])

Tratamiento	Dosis MgO.
1	0 kg ha ⁻¹
2	4 kg ha ⁻¹
3	8 kg ha ⁻¹
4	12 kg ha ⁻¹

2.5 Variables dependientes

2.5.1 Morfológicas

Altura de planta: la altura de la planta es expresada en Metros (m), la cual se mide desde la superficie del suelo, hasta la emisión de la bellota.

Número de hojas a la cosecha. Se contó las hojas activas verdes funcionales, considerando como tales aquellas que tengan menos del 50% de necrosis, descartando la hoja anexa al racimo (corbata).

2.5.2 Productivas

Peso de racimo. La medición de esta variable, se realizó al momento de la cosecha, en todos los racimos de la parcela útil, considerando el racimo completo (dedos más raquis), para el efecto se usó una balanza de reloj y los resultados fueron expresados en kg racimo.

Número de dedos por racimo: se contó el total del número de dedos exportables que constó en el racimo.

Calibre de dedos: Con ayuda de un Vernier, se tomó el dato del tercer dedo de la segunda mano, el dato obtenido fue registrado como grado en Milímetros (mm), los parámetros son de 50 - 60 mm.

Rendimiento t ha⁻¹ y cajas ha⁻¹: Se tomó en cuenta para sacar el rendimiento el peso promedio en kg de cada tratamiento multiplicado para el número de plantas por ha, y esto dividido para 22kg que es el peso que lleva de fruta en cada caja de exportación para obtener la cantidad de cajas producidas por ha⁻¹ en cada tratamiento.

2.5.3 Eficiencia de nutriente

Se lo evaluó con las respectivas fórmulas de EA, FPP Y BPN, para esto se tomó una muestra de fruta (aproximadamente 1 kg), las cuales fueron llevadas al laboratorio de análisis químico agropecuario Agrolab, ubicado en la Coop. 30 de julio, Río Chambira 602 y Río Zamora, en la ciudad de Santo Domingo de los Tsachilas, el cual proporcionó en % la cantidad de Magnesio que extrae el fruto y ser transformada en kg ha⁻¹ (**Anexo 12**).

Eficiencia Agronómica, es la cantidad en kg de fruta producida, por la cantidad en kg de nutriente aplicado, como se lo escribe en la siguiente ecuación:

$$EA = \frac{R_N - R_0}{D}$$

Donde R_N es el rendimiento de la parcela con nutriente en kg ha^{-1} , R_0 el rendimiento de la parcela sin nutriente en kg ha^{-1} , y D es la dosis de nutriente aplicada en kg ha^{-1} (Dobermann, 2005).

Factor Parcial de productividad, es la cantidad en kg de rendimiento del cultivo, por la cantidad de nutriente en kg aplicado, como se lo escribe en la siguiente ecuación:

$$FPP = \frac{R}{D}$$

Donde R es el rendimiento de la parcela en kg ha^{-1} y D es la dosis de nutriente aplicada en kg ha^{-1} (Dobermann, 2005).

Balance Parcial de Nutrición, es la cantidad en kg de nutriente removido en la cosecha, por la cantidad en kg de nutriente aplicado, como se lo escribe en la siguiente ecuación:

$$BPN = \frac{U}{D}$$

Donde U es el contenido de nutriente en la porción cosechada en kg ha^{-1} y D es la dosis de nutriente aplicada en kg ha^{-1} (Ciampitti y García, 2008).

2.6 Unidad experimental

La investigación cuenta con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, en total 16 unidades experimentales distribuidas en el campo en forma aleatoria.

2.7 Tratamientos

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Código	Dosis MgO.
1	T1	0 kg ha ⁻¹
2	T2	4 kg ha ⁻¹
3	T3	8 kg ha ⁻¹
4	T4	12 kg ha ⁻¹

2.8 Características de la unidad experimental.

Cuadro 4. Características de la unidad experimental.

Características de la unidad experimental	
Superficie del ensayo:	2 400 m ²
Superficie por tratamiento:	600 m ²
Plantas por parcela:	20
Plantas a evaluar:	64
Área útil por parcela:	75 m ²
Superficie por parcela:	150 m ²
Población por experimento:	320 plantas
Población por hectárea:	1 700 plantas ha ⁻¹

2.9 Análisis estadístico.

Se aplicó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, los resultados se analizaron mediante la prueba de significación de Tukey (0.05), con el programa estadístico InfoStat Versión 2.0.

Cuadro 5. Esquema del Análisis de la Varianza (ADEVA)

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	15
Tratamientos	3
Repeticiones	3
Error experimental	9

2.10 Manejo del Ensayo

A continuación se detalla cada una de las labores del ensayo, desde la fase previa a la investigación, hasta el desarrollo de esta.

La investigación se realizó en un cultivo ya establecido, del cual se tomaron plantas que estaban en la emisión de la hoja doce para ser evaluadas.

Fertilización

Esta labor contó con dos periodos de aplicación, la primera se realizó al momento de la emisión de la hoja doce y la segunda a la hoja dieciocho.

Como fuente de Nitrógeno se usó Urea $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ al (46% N) 100 Kg ha^{-1} , como fuente de Fósforo se utilizó Microessentials P_2O_5 (12-40-0-Mg 0-S 10) 40 Kg ha^{-1} , como fuente de Potasio se aplicó Muriato de potasio (60% K_2O) 150 Kg ha^{-1} , fraccionados en dos aplicaciones respectivamente (aplicación₁:50% aplicación₂:50%).

Como fuente de Magnesio se aplicó Oxido de Magnesio (MgO al 33.34%), el cual se administró en drench edáficamente (en la zona radicular), fraccionadas en dos aplicaciones por planta (aplicación₁:50% aplicación₂:50%), con las respectivas dosis como se lo describió en el **Cuadro 3**.

Se realizaron las siguientes labores culturales en la investigación.

Desmalezado

- Mecánico

Se utilizó como herramienta machete labor realizada en forma de chapia a una altura de 3 cm de la superficie del suelo para evitar la erosión por desprotección del suelo, esto se lo realizó cada vez que las malezas alcanzaran a medir 15 cm de altura, actividad realizada hasta que la última planta útil sea cosechada.

Deshoje

Esta labor se realizó cada semana con el uso de un podón metálico eliminando las hojas secas y parte afectada en modo de cirugía dejando el peciolo y despunte.

Deshije

Se eliminaron todos los retornos con el uso de un machete, cortándolos en la superficie, introduciendo la punta del machete en el centro del retorno cortado, con el fin de eliminar el punto de crecimiento; esta actividad se realizó las veces que fueran necesarias, antes de que la planta emita el fruto o cuando los retornos alcancen una altura superior a los 40 cm.

Deschante

Se eliminaron las vainas secas cada vez que la planta lo requiera, extrayendo únicamente las que se desprenden con facilidad.

Protección de los racimos

En la semana de la emisión foliar se ubicó la funda de polietileno tratada con biflex y su respectiva cinta para identificación de la semana del enfunde, labor que ayuda a evitar daños al fruto ocasionados por insectos.

Cosecha

Se consideró el calibre del fruto exigido por las exportadoras de cajas tipo A, entre 8 a 10 semanas después del enfunde.

CAPITULO III

3. EVALUACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos del experimento fueron los siguientes:

3.1 Variables morfológicas

3.1.1 Altura de plantas

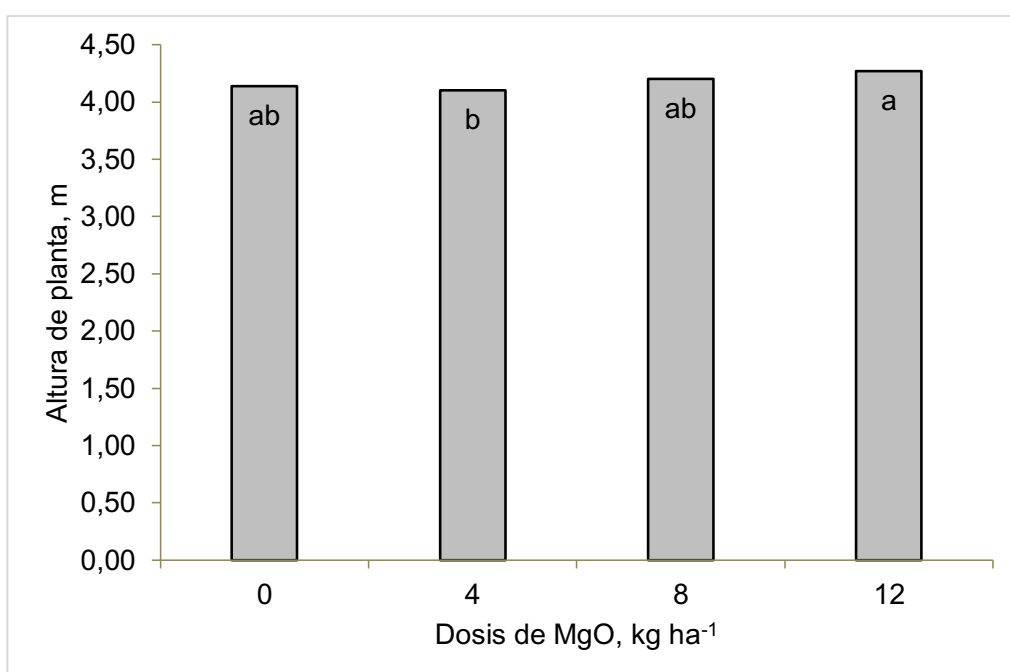


Figura 1. Dosis de MgO sobre la altura de plantas

La variable altura de plantas presentó diferencias significativas ($p < 0.05$), lo que indica que las dosis de MgO influyen en la altura de plantas, el tratamiento con 12 kg ha⁻¹ de MgO alcanzó la mayor altura con 4.27m, el tratamiento con 4 kg ha⁻¹ fue el que menor altura alcanzó, con 4.10m por debajo del tratamiento con 0 kg ha⁻¹ que obtuvo plantas de 4.14 m de altura. Según Kali (2017), la absorción de Magnesio por parte de la planta es influenciado negativamente por una relación K:Mg y Ca:Mg alta, a pesar del suelo tener un alto contenido.

Resultados similares obtuvo Mendoza (2016), en el cantón El Carmen, alcanzó plantas con 4.1 m de altura con una densidad de 2 222 plantas ha⁻¹ con dosis de K₂O de 160 kg ha⁻¹. Y similar a la realizada en Quevedo por Yépez (2015), con una densidad de 3 333 plantas ha⁻¹

alcanzó plantas con 4.47m de altura, mientras que con 1 333 plantas ha⁻¹ obtuvo plantas con 3.99 m.

3.1.2 Número de hojas funcionales a la cosecha

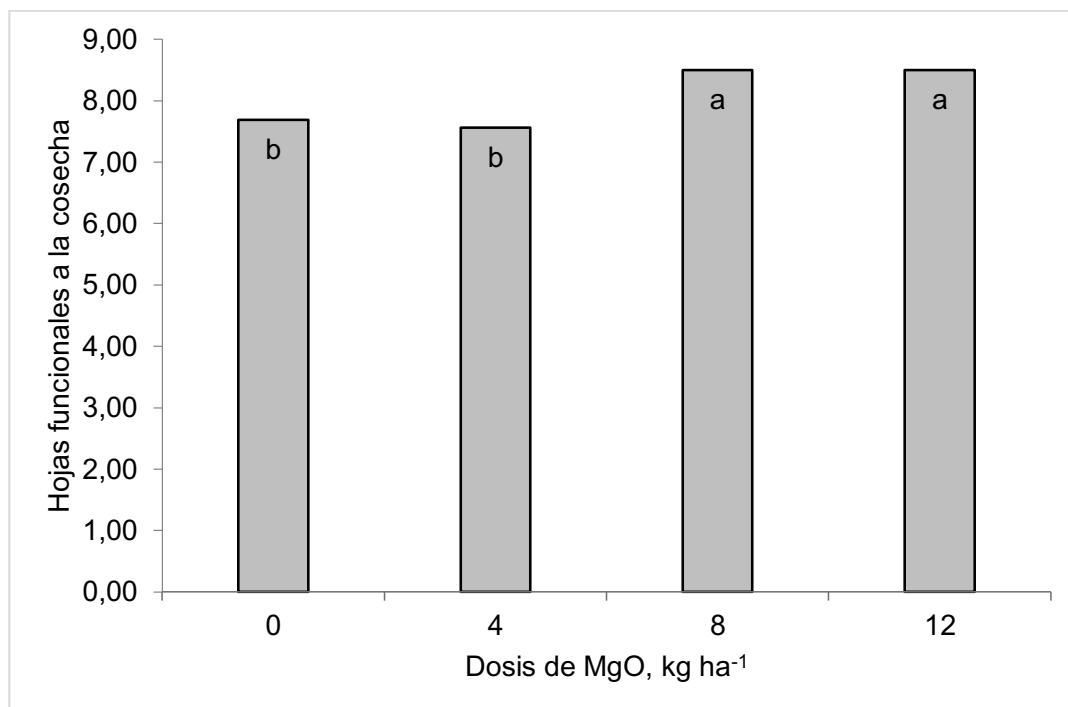


Figura 2. Dosis de MgO sobre el número de hojas funcionales a la cosecha

La variable número hojas funcionales a la cosecha mostró diferencias altamente significativas ($p < 0.05$), el tratamiento 3 y 4 con dosis 8 y 12 kg ha⁻¹ de MgO respectivamente, con 8.50 hojas a la cosecha, sobresalieron alcanzando los mejores resultados. Valores similares a los reportados en una investigación realizada en el Cantón El Carmen por Galván (2014), el cual indica que las dosis de N-P₂O₅-K₂O y sus combinaciones influyen en la cantidad hojas funcionales a la cosecha, con dosis de 150 g de N, 60 g de P₂O₅, 200 g de K₂O y 50 g MgSO₄ plantas, alcanzó 8 hojas funcionales a la cosecha.

Yépez (2015), obtuvo 3.93 hojas funcionales a la cosecha con una densidad de 3 333 plantas ha⁻¹, siendo estadísticamente igual a la densidad de 2 500 plantas ha⁻¹ con 3.70 hojas por planta. Resultados por debajo a los obtenidos en esta investigación.

3.2 Variables productivas

3.2.1 Peso de racimos

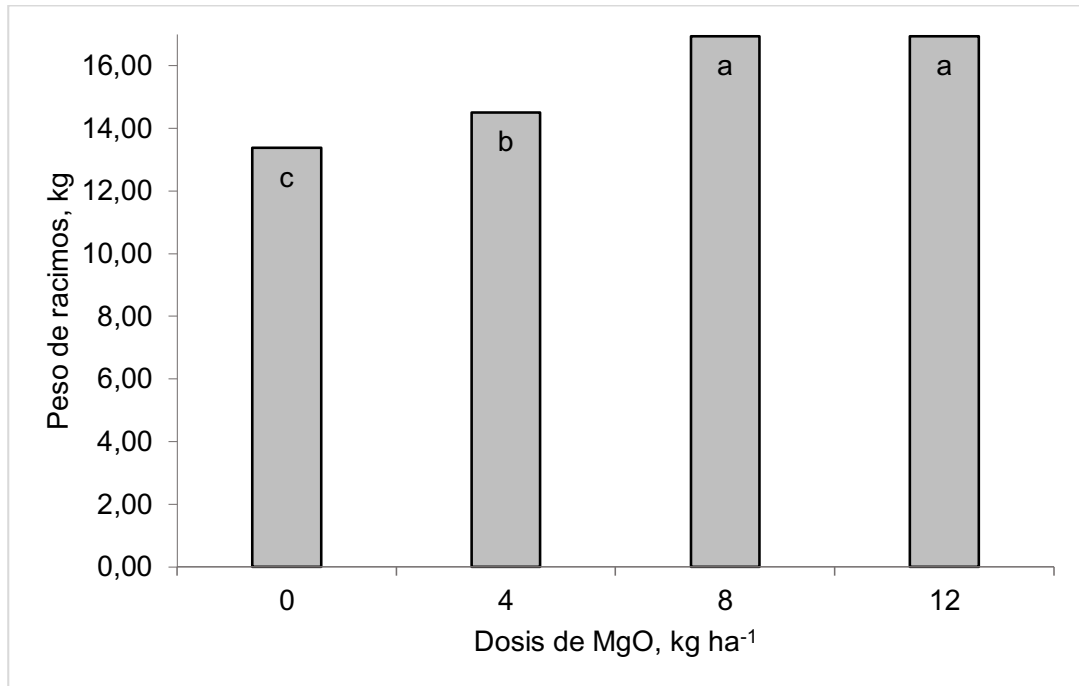


Figura 3. Dosis de MgO sobre el peso de racimos

La variable peso de racimo, mostró diferencias altamente significativas ($p < 0.05$), el tratamiento 1 con dosis de 0 kg ha^{-1} de MgO obtuvo el menor peso de racimos con 13.38 kg , los tratamientos 3 y 4 con 8 y 12 kg ha^{-1} de MgO sobresalieron, obtuvieron racimos de 16.94 kg , siendo superiores a los obtenidos en una investigación realizada por Vaca & Calvache (2008), en el Cantón El Carmen para determinar los niveles óptimos de fertilización con N, P y K, con Fertiriego, encontró que con la aplicación de $60 + 90 + 150 \text{ kg ha}$ de N, P y K, respectivamente, $+ 52 \text{ kg}$ de MgO y 26 kg de SO_4 , el tratamiento en mención fue el mejor, alcanzando racimos de 12.06 kg , mientras que el testigo llegó a 11.50 kg .

Cayón, Valencia, Morales, & Domínguez (2004) en densidades entre $1\ 500$ a $2\ 500$ plantas ha^{-1} alcanzaron racimos con pesos entre los 14.6 kg , resultado que se asemeja al obtenido en esta investigación. En la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP ubicada en el Km 5, carretera Quevedo-El Empalme, perteneciente a la provincia de Los Ríos, encontraron que la densidad de $3\ 333$ plantas ha^{-1} de cultivar de plátano barraganete obtuvo

racimos de 8.7 kg, (Toapanta, Mite, & Sotomayor, 2012). Siendo estos resultados, inferiores a los alcanzados en esta investigación.

Galván (2014), con dosis 150 g de N, 120 g de P₂O, 200 g de K₂O y 50 g plantas de MgSO₄, alcanzó 13.06 kg en promedio, el tratamiento en mención fue el mejor. Ulloa, Wolf, & Armendáriz (2017), probaron varias densidades de siembra del plátano barraganete, el cual con 2 222 plantas ha⁻¹ el peso del racimo alcanzó 13 kg. Resultados que se asemejan al de esta investigación.

3.2.2 Número de dedos por racimo

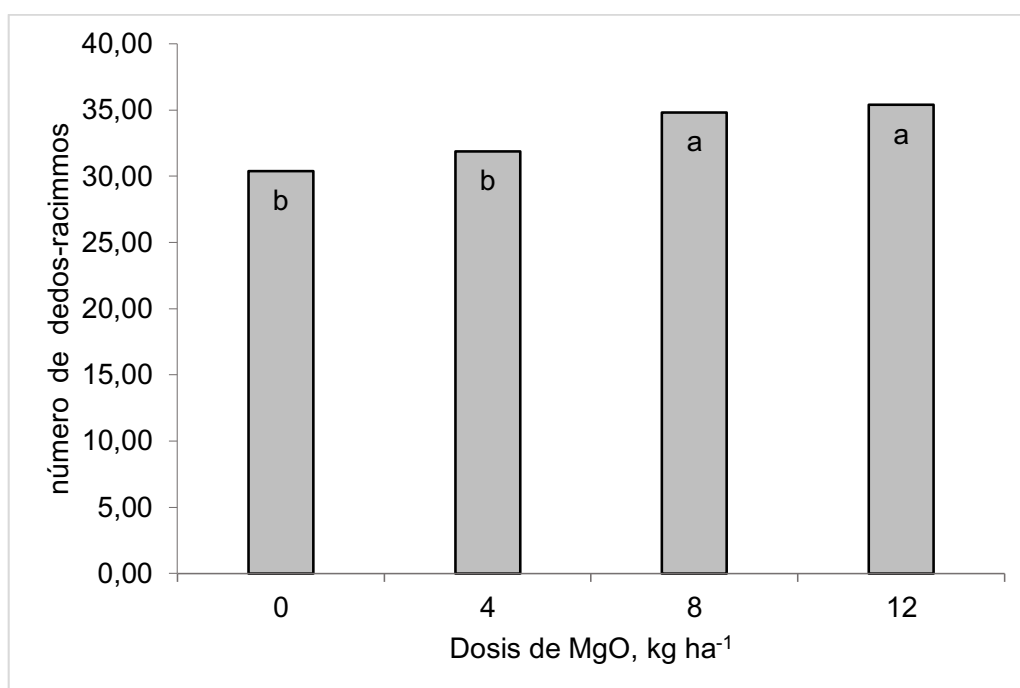


Figura 4. Dosis de MgO sobre el número de dedos por racimo

El número de dedos por racimos presentó diferencias altamente significativas ($p < 0.05$), el tratamiento 3 y 4 con 8 y 12 kg ha⁻¹ de MgO sobresalieron alcanzando el mayor número de dedos-racimos, con 35.38 y 34.81 respectivamente. Superando a los resultados obtenidos por Furcal y Barquero (2014), suministraron N y K₂O a un cultivo de plátano Curare “Semi-gigante”, encontraron respuestas significativa en los niveles de N, con dosis de 200 kg ha⁻¹ de este nutriente obtuvieron 28.29 dedos por racimo.

En una investigación realizada en el Cantón El Carmen, con una densidad de 2 222 plantas ha^{-1} se alcanzó 25.42 dedos racimos (Mendoza, 2016). Resultados inferiores a los obtenidos. Yépez (2015), con una densidad de 1 333 plantas ha^{-1} obtuvo 33.5 dedos por racimos, asemejándose a los obtenidos en esta investigación.

3.2.3 Calibre de dedos

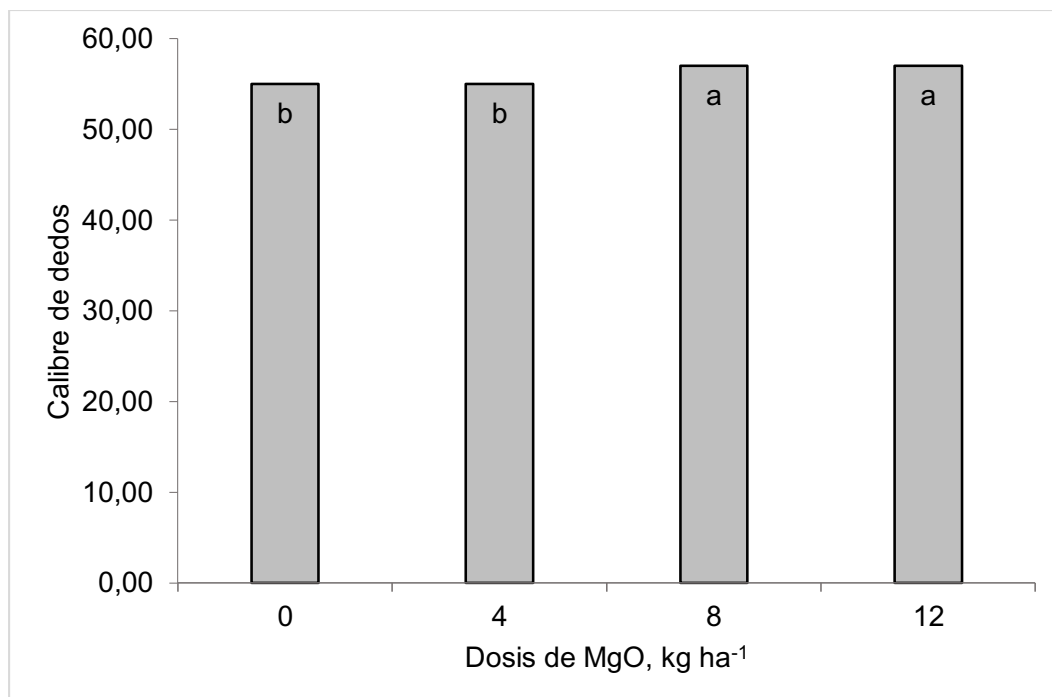


Figura 5. Dosis de MgO sobre el calibre de dedos

El calibre de dedos presenta diferencias significativas ($p < 0.05$), el tratamiento 1 y 2 con dosis de 0 y 4 kg ha^{-1} de MgO alcanzaron el menor calibre de dedos con 55 mm, el tratamiento 3 y 4 con dosis de 8 y 12 kg ha^{-1} respectivamente alcanzaron mejor calibre con de 57mm. Este indicador está en los valores normales según las sugerencias de las exportadoras de plátano que mantienen rangos entre 50 a 60 mm (Proecuador, 2015)

En la investigación de Furcal y Barquero (2014), en el calibre del fruto, reportaron valores más altos que llegaron a 61.78 mm en la variedad Curare “Semigigante”. En Quevedo por Yépez (2015), el promedio general fue de 57.22 mm, valor que es recomendado para la fruta de exportación, similares a los alcanzados en esta investigación.

3.2.4 Rendimiento $t\ ha^{-1}$ y cajas ha^{-1}

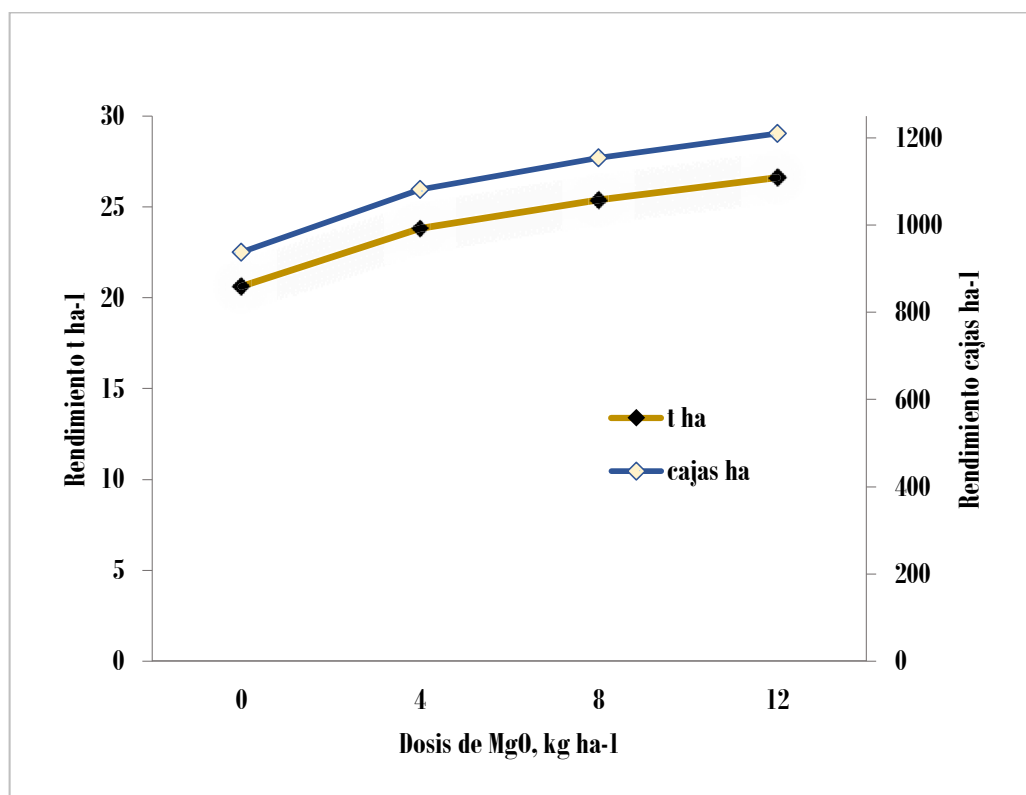


Figura 6. Dosis de MgO sobre el rendimiento $t\ ha^{-1}$ y cajas ha^{-1}

La variable de rendimiento $t\ ha^{-1}$ y cajas ha^{-1} , presentó diferencias altamente significativas ($p < 0.05$), el tratamiento con dosis de $12\ kg\ ha^{-1}$ de MgO alcanzó el mayor rendimiento con $26.63\ t\ ha^{-1}$ con una producción de $1\ 210\ cajas\ ha^{-1}$, seguido por el tratamiento con dosis de $8\ kg\ ha^{-1}$ de MgO que alcanzó $25.40\ t\ ha^{-1}$ y una producción de $1\ 155\ cajas\ ha^{-1}$, el tratamiento que obtuvo menor rendimiento fue el de dosis $0\ kg\ ha^{-1}$ de MgO alcanzando $20.63\ t\ ha^{-1}$ con una producción de $937\ cajas\ ha^{-1}$.

En investigación para determinar el efecto de la fertilización y densidades en el cultivo de plátano, realizado en Quevedo, por Toapanta (2004), en cuanto a fertilización, sobresalió la aplicación de $140, 160$ y $75\ kg\ ha$ de N, K_2O y $MgSO_4$, respectivamente, con $32.2\ t\ ha^{-1}$, que superó al tratamiento usando la dosis de $210, 160$ y $50\ kg\ ha^{-1}$ de N, K_2O y $MgSO_4$, en su orden, donde consiguió $15.9\ t\ ha^{-1}$, rango de producción similar al obtenido en esta investigación.

Galván (2014), determinó que a dosis de 150 g planta de N, 120 g planta de P₂O₅, y 200 g planta de K como K₂O se puede alcanzar una producción de 28.73 t ha⁻¹ de fruta, superando al obtenido en esta investigación. En la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP, encontraron que la densidad de 3 333 plantas ha⁻¹ de cultivar de plátano barraganete se obtuvo una producción de 26.3 t ha⁻¹ (Toapanta, *et al*, 2012). Similar a la obtenida en esta investigación.

3.3 Eficiencia del uso de nutrientes

Los resultados de Eficiencia Agronómica (EA), Factor Parcial de Productividad (FPP) y Balance Parcial de Nutriente (BPN) del MgO se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 6. Eficiencia Agronómica (EA), Factor Parcial de Productividad (FPP) y Balance Parcial de Nutriente (BPN) del MgO.

Dosis MgO	Exportación de Mg kg ha ⁻¹	EA	FPP	BPN
0 kg ha ⁻¹	17	0	0	0
4 kg ha ⁻¹	22	798	5 953	5.5
8 kg ha ⁻¹	27	598	3 175	3.3
12 kg ha ⁻¹	30	501	2 219	2.5

La EA_{Mg} tiene valores positivos los cuales se ajustan a modelos de distribución dentro de las consideraciones en el uso eficiente de nutrientes. El FPP y el BPN_{Mg} se muestran con valores altos a diferencia a los alcanzados por (Párraga, 2016), (Cruz, *et al.* 2011) y (Snyder & Bruulsema, 2007).

3.3.1 Eficiencia agronómica (EA).

Cuadro 7. Cálculo de la EA_{Mg} para la producción de fruta.

Dosis de Mg	R_{MgX}	R_{Mg0}	$EA_{Mg} [(R_{MgX}-R_{Mg0})/Dosis\ Mg]$
	-----kg ha ⁻¹ -----		kg de fruta kg ⁻¹ Mg
0	20 620	20 620	
4	23 810	20 620	798
8	25 400	20 620	598
12	26 630	20 620	501

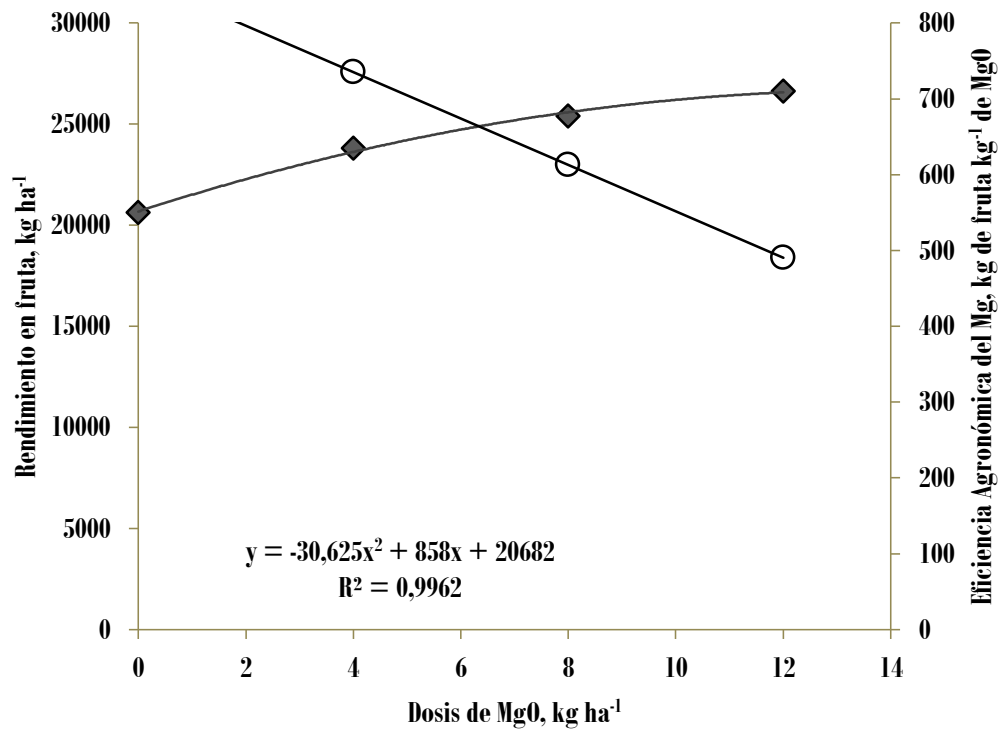


Figura 7. Respuesta de la fertilización con MgO en el rendimiento de la fruta y la Eficiencia Agronómica del plátano barraganete.

La EA_{Mg} se determina con el gráfico de la curva de regresión del rendimiento en el cultivo con las diferentes dosis de MgO en conjunto con la línea de puntos de la eficiencia agronómica. El punto de intersección representa la EA_{Mg} para el cultivo de acuerdo al manejo que tuvo, según la eficiencia agronómica al rendimiento de plátano a varias dosis de MgO

encontramos que tiende a ver una mayor eficiencia de este elemento en la dosis más baja y en dosis altas tiende a disminuir, con dosis de 4 Kg ha⁻¹ de MgO se obtiene un rendimiento de 23 810 kg ha⁻¹ de fruta con una EA_{Mg} de 798 kg kg⁻¹, mientras que con una dosis de 12 kg ha⁻¹ de MgO el rendimiento fue de 26 630 kg ha⁻¹ de fruta y una EA_{Mg} de 501 kg kg⁻¹, alcanzando una eficiencia optima entre el rango de 6 a 10 kg ha⁻¹ de MgO.

Estos valores son superiores a los alcanzados por Párraga (2016), el cual determinó que la EA_N se encuentra entre 38 y 43 kg de fruta kg⁻¹ de N aplicado con dosis entre 80 y 120 kg ha⁻¹, con dosis de 0 Kg ha⁻¹ de K₂O y 120 kg ha⁻¹ de N obtuvo un rendimiento de 19 520 kg ha⁻¹ de fruta con una EA_N de 16 kg kg⁻¹, mientras que con una dosis de 250 kg ha⁻¹ de K₂O y 120 kg ha⁻¹ de N el rendimiento fue de 22 862 kg ha⁻¹ de fruta y una EA_N de 44 kg kg⁻¹

3.3.2 Factor parcial de productividad (FPP).

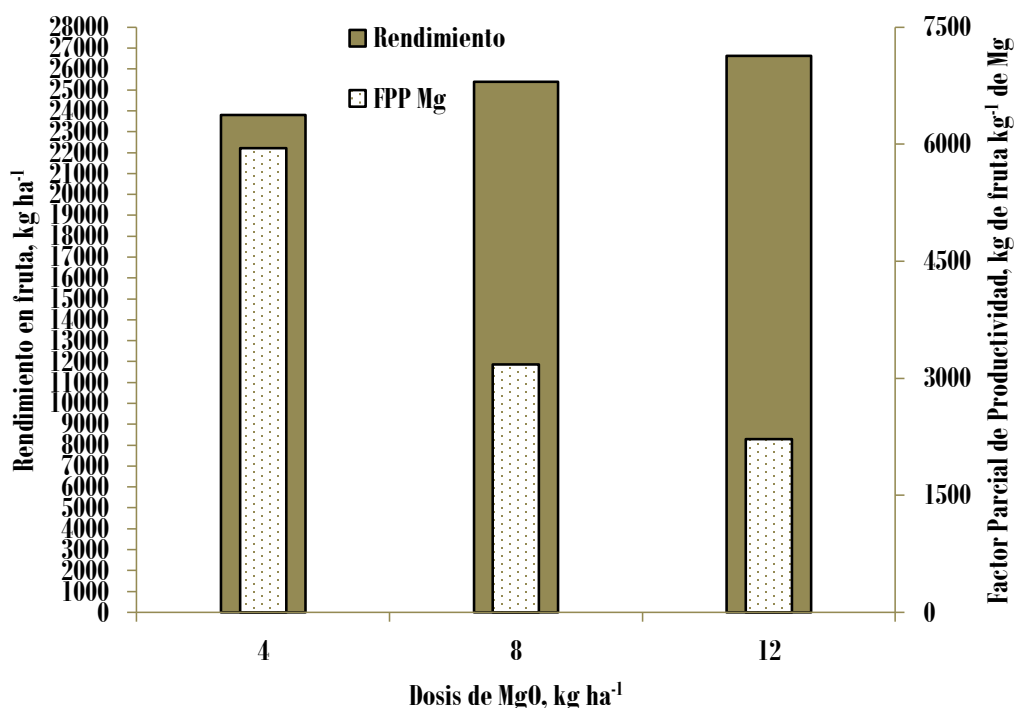


Figura 8. Relación entre las dosis de MgO, el FPP_{Mg} y el rendimiento en fruta kg ha⁻¹

Los resultados de FPP_{Mg} se mantuvieron entre un rango de 5 953 a 2 219 kg kg⁻¹ y para el rendimiento en fruta entre 20 620 a 26 630 kg ha⁻¹, al igual que en la EA_{Mg} encontramos que

tiende a ver un mayor FPP_{Mg} de este elemento en la dosis más baja y en dosis altas tiende a disminuir, alcanzando un balance óptimo en dosis de 8 kg ha^{-1} . Superando a Cruz, *et al* (2011), en banano calcularon el FPP_N , el mejor tratamiento obtuvo un valor de $169.83 \text{ kg kg}^{-1}$ con dosis de 350 kg ha^{-1} N, 20 kg ha^{-1} de P_2O_5 y 700 kg ha^{-1} de K_2O .

Párraga (2016), en plátano barraganete, el rango más alto en el Factor Parcial de Productividad que alcanzó fue de 258 kg kg^{-1} con dosis de 80 kg ha^{-1} de N y 200 kg ha^{-1} de K_2O , siendo estos inferiores a los valores alcanzados en esta investigación.

3.3.3 Balance parcial de nutriente (BPN)

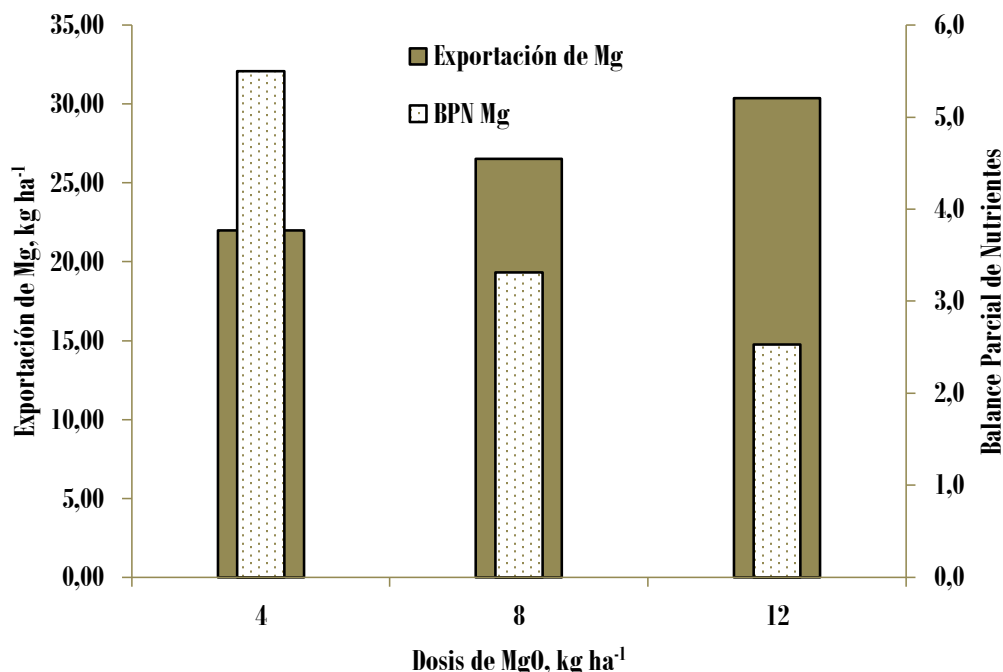


Figura 9. Relación entre las dosis del Magnesio, la exportación del Magnesio en la fruta y el Balance parcial de nutriente

Los valores del Balance Parcial de nutrición del Magnesio son altos en comparación con los rangos encontrados en cereales por Snyder & Bruulsema (2007), el cual indica que el rango debe ser ligeramente menos que uno a uno (sostenibilidad del sistema). El balance parcial con menor valor correspondió a la dosis con 12 kg ha^{-1} de MgO , con un BPN_{Mg} de 2.5, sin embargo este alcanzó la mayor absorción de nutriente en la fruta, el mayor BPN_{Mg} lo obtuvo

la dosis de 4 kg ha^{-1} con 5.5, pero este obtuvo la menor absorción de nutriente en la fruta, lo que demuestra que la cantidad de nutriente aplicado influye en la absorción del mismo.

Párraga (2016), en plátano barraganete el BPN_N se muestra con valores bajos 0.26, los cuales se consideran deficitarios en el uso de nutriente; para el K los valores también son bajos, pero a dosis de 150 kg ha^{-1} de K_2O presenta el BPN_K más alto entre los tratamientos con un valor de 0.80.

CONCLUSIONES

Las dosis de Magnesio presentaron influencia sobre las variables morfológicas del cultivo de plátano cv. Barraganete.

Se determinó el efecto de las dosis de Magnesio sobre las variables productivas del cultivo del plátano cv. Barraganete, el cual presentó diferencias altamente significativas.

Se midió la eficiencia del uso del Magnesio por la planta, la que está directamente asociada a las dosis de Magnesio, entre 6 y 10 kg ha⁻¹ de MgO se alcanzó la eficiencia óptima.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcántar, G., & Trejo, L. (2010). *Nutrición de cultivos*. México,: Mundi-Prensa.
- Avellán, L., Calvache, M., & Cobeña, N. (2015, Junio). Curvas de absorción de nutrientes por el cultivo del plátano barraganete (*Musa paradisiaca* L.). (J. Cedeño, Ed.) *Revista Tsafiqui*(7), 15-29. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Angel_Calvache_Ulloa/publication/301701606_CURVAS_DE_ABSORCION_EN_PLATANO/links/5723ef1d08aef9c00b811e75/CURVAS-DE-ABSORCION-EN-PLATANO.pdf
- Belalcazar, S. (1999). *Cultivo de plátano en el tropico* (50 ed.). (S. L. Carvajal, Ed.) Medellin, Armenia, Colombia: CIID. Recuperado el enero 20, 2017
- Caballero, V. (2010). Evaluación de la producción de plátano de la variedad Curaré enano en función de dos épocas de siembra y tres programas de fertilización en Zamorano, Honduras. *ZAMORANO CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA*, 8-10.
- Cayón, G., Valencia, J., Morales, H., & Domínguez, A. (2004). *Redalyc*. Obtenido de Dominico–Hartón plantain (*Musa* AAB Simmonds) development and yield using different densities and planting arrangements.: <http://www.redalyc.org/pdf/1803/180317823003.pdf>
- Ciampitti, I., & García, F. (2008, Febrero). Balance y eficiencia de uso de los nutrientes en sistemas agrícolas. *Revista Horizonte*, IV(18), 22-28.
- Cruz, J., Casanova, E., Lobo, D., Rodríguez, G., Martínez, G., Rey, J., & Figueroa, R. (2011). *Eficiencia Agrónomica y Economica del Manejo de la Fertilización en Banano en un suelo de la Depresión del Lago de Valencia*. Tesis de Postgrado, Venezuela.
- Dobermann, A. (2005, June). *Nitrogen Use Efficiency – State of the Art*. University of Nebraska - Lincoln, Agronomy & Horticulture -- Faculty Publications. Nebraska: Agronomy & Horticulture -- Faculty Publications.

- Espinosa, J., & Mite, F. (2008). Búsqueda de eficiencia en el uso de nutrientes en Banano. *Publicaciones IPNI*.
- Food and Agriculture Organization. (2012, FEBRERO 28). *FAO*. Obtenido de <http://es.scribd.com/doc/53890807/Cadena-Platano>: <http://www.fao.org>
- Furcal, P., & Barquero, A. (2014). Fertilización del plátano con nitrógeno y potasio durante el primer ciclo productivo. *Agron. Mesoam.*, 25(2), 267-278. Obtenido de <http://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v25n2/a05v25n2.pdf>
- Garcia, F. (2008). *Dinamica de nutrientes en el sistema suelo-planta*. Obtenido de IPNI: [http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/8C93069B3977D5D68525797D0054DC75/\\$FILE/Paraguay%20Curso%20Sept%202008%20-%20Dinamica%20Nutrientes.pdf](http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/8C93069B3977D5D68525797D0054DC75/$FILE/Paraguay%20Curso%20Sept%202008%20-%20Dinamica%20Nutrientes.pdf)
- García, F., & Gonzáles, M. (2013). La nutrición de suelos y cultivos y el balance de nutrientes: ¿Cómo estamos? *Publicaciones IPNI*, 1-7.
- Haifa. (2014, Marzo 03). Recomendaciones Nutricionales para Banana. 72.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [INEC]. (2016). *INEC*. Ecuador. Recuperado el 2016, de Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología [INAMHI] Estación Experimental Tropical pichilingue. (2014). *Anuario Meteorológico*. Quito: Publicaciones INAMHI.
- Jumbo, M. (2010). *CREACIÓN DE UN CONSORCIO DE EXPORTACIÓN DE PEQUEÑOS PRODUCTORES DE PLÁTANO BARRAGANETE EN EL CARMEN PARA LA COMERCIALIZACIÓN DIRECTA HACIA HOLANDA EN EL PERIODO 2010 - 2019*. Quito.
- Kali, S. (2017). *Kali S.A.*. Obtenido de http://www.kali-gmbh.com/eses/fertiliser/advisory_service/nutrients/magnesium.html#anchor0
- Mendoza, L. (2016). *Densidades de siembra del plátano barraganete en las propiedades morfo-fisiológicas, producción y exportación de macronutrientes*. . Tesis de Grado,

Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Carrera de Ingeniería Agropecuaria, El Carmen.

Párraga, B. (2016). *MÉTODOS Y NIVELES DE FERTILIZACIÓN DEL PLÁTANO BARRAGANETE, EN LA EXPORTACIÓN Y EFICIENCIA DE NUTRIENTES*. El Carmen: Tesis de Grado Previo a la obtención de Ingeniero Agropecuario.

Proecuador. (2015). *Análisis Sectorial Plátano*. Análisis sectorial, Instituto de promoción de exportaciones e inversiones, Quito. Obtenido de http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2015/06/PROEC_AS2015_PLATANO1.pdf

Rivero, P. S. (2013). importancia del magnesio y el azufre en una fertilización equilibrada. *ARGEN*, 15.

Snyder, C., & Bruulsema, T. (2007, June). Nutrient Use Efficiency and Effectiveness in North America: Indices of Agronomic and Environmental Benefit. *A publication of the International Plant Nutrition*. Recuperado el Diciembre 2, 2015, de www.ipni.net

Stewart, W. (2008, Febrero 15). *IPNI - North Latin America*. Recuperado el Enero 20, 2015, de [International Plant Nutrition Institute: http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/40ad1ee26c802f005257a5300510c6d/\\$FILE/ATTCNQIX.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/40ad1ee26c802f005257a5300510c6d/$FILE/ATTCNQIX.pdf) Consideraciones%20en %20el%20uso%20eficiente%20de%20nutrientes.pdf

Toapanta, J., Mite, F., & Sotomayor, I. (2003, Marzo 14). Efecto de la fertilización y altas densidades de plantas sobre el rendimiento del cultivo de plátano. *Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo*, 1.

Tumbaco, A., Patiño, M., Tumbaco, J., & Ulloa, S. (2012). *Manual del cultivo de plátano de exportación*. (S. Ulloa, Ed.) Quito, Pichincha, Ecuador: EDI-ESPE. Obtenido de <http://giat.espe.edu.ec/wp-content/uploads/2012/12/Outline-del-libro.pdf>

Ulloa, S., Wolf, E., & Armendáriz, I. (2017). Effect of plant density on growth and yield in Barraganete plantain (*Musa paradisiaca* (L.) AAB cv. Curare enano) for a single harvest cutting in Provincia de Los Ríos, Ecuador. *Revista UNAL*, 66(3), 367-372.

Obtenido

de

https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/52198/62694

- Vaca, D. & Calvache, M. (2008). *Evaluación de Varios Niveles de Fertilización en Aplicación Edáfica y en Fertiriego en el Cultivo de Plátano (Musa AAB Simmonds). El Carmen. Manabí*. Obtenido de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/41-25-68-1-10-20170914.pdf
- Yépez, J. (2015). “*EFECTO DE ALTAS DENSIDADES Y DOS SISTEMAS DE SIEMBRA SOBRE EL RENDIMIENTO Y RENTABILIDAD DEL CULTIVO DE PLÁTANO (Musa AAB) BAJO CONDICIONES DE REGADÍO*”. QUEVEDO-LOS RÍOS - ECUADOR: UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA TESIS DE GRADO: PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza altura de planta.

Fuentes de Variación	gl	SC	CM	F	Valor p	
Tratamientos	3	0.06	0.02	4.86	0.0281	*
Repeticiones	3	0	0	0.35	0.7919	ns
Error	9	0.04	0			
Total	15	0.11				
CV					1.56	

Anexo 2. Análisis de varianza número de hojas a la cosecha.

Fuentes de Variación	gl	SC	CM	F	Valor p	
Tratamientos	3	3.09	1.03	29.7	0.0001	**
Repeticiones	3	0.03	0.01	0.3	0.8247	ns
Error	9	0.31	0.03			
Total	15	3.44				
CV					2.31	

Anexo 3. Análisis de varianza número de dedos por racimo.

Fuentes de Variación	gl	SC	CM	F	Valor p	
Tratamientos	3	68.14	22.71	15.39	0.0007	**
Repeticiones	3	3.32	1.11	0.75	0.549	ns
Error	9	13.29	1.48			
Total	15	84.75				
CV					3.67	

Anexo 4. Análisis de varianza peso de racimos.

Fuentes de Variación	gl	SC	CM	F	Valor p
Tratamientos	3	38.53	12.84	137	<0.0001 **
Repeticiones	3	0.31	0.1	1.11	0.3944 ns
Error	9	0.84	0.09		
Total	15	39.69			
CV					1.98

Anexo 5. Análisis de varianza calibre de dedos.

Fuentes de Variación	gl	SC	CM	F	Valor p
Tratamientos	3	12.88	4.29	17.17	0.0005 **
Repeticiones	3	0.13	0.04	0.17	0.9162 ns
Error	9	2.25	0.25		
Total	15	15.25			
CV					0.89

Anexo 6. Análisis de varianza rendimiento t ha⁻¹

Fuentes de Variación	gl	SC	CM	F	Valor p
Tratamientos	3	81.31	27.1	29.54	0.0001 **
Repeticiones	3	6.9	2.3	2.51	0.1248 ns
Error	9	8.26	0.92		
Total	15	96.48			
CV					3.97

Anexo 7. Materia seca, concentración y absorción de Magnesio en la fruta del plátano barraganete.

Tratamientos	Dosis Mg kg ha ⁻¹	Concentración en fruta	% MS	Rendimiento kg ha ⁻¹ fresco	Rendimiento kg ha ⁻¹ seco	Exportación de Mg kg ha ⁻¹	EA	FPP	BPN
T1	0	0.3	28%	20 620	5 774	17			
T2	4	0.33	28%	23 810	6 667	22	798	5 953	5.5
T3	8	0.36	29%	25 400	7 366	27	598	3 175	3.3
T4	12	0.38	30%	26 630	7 989	30	501	2 219	2.5

Anexo 8. Promedio de las variables de cada tratamiento

Variables	0	4	8	12
	Dosis MgO kg ha-1			
Variables morfológicas				
altura de plantas	4.14	4.1	4.2	4.27
Numero de hojas a la cosecha	7.69	7.56	8.5	8.5
Variables productivas				
Peso de racimos	13.38	14.5	16.94	16.94
Numero de dedos	30.38	31.88	34.81	35.38
calibre de dedos	55	55	57	57
rendimiento t ha ⁻¹	20.62	23.81	25.4	26.63
cajas ha ⁻¹	906	1 047	1 116	1 171

Anexo 9. Labores culturales



Anexo 10. Aplicación en drench del MgO



Anexo 11. Peso de racimos



Anexo 12. Análisis de Magnesio.



RESULTADOS: ANÁLISIS DE MAGNESIO

Datos del cliente		Referencia	
Cliente:	SR. DARIÓ MENDOZA	Número de muestra:	T1-T4
Identificación:		Fecha de Ingreso:	06/03/2017
Muestra:	PLÁTANO BARRIGANETE	Fecha de Entrega:	18/03/2017
Edad:	8 MESES	No. Laboratorio Desde:	0001Hasta:

# MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	MATERIA SECA (%)
		MAGNESIO
T1	TESTIGO	0,30
T2	2Kg / ha	0,33
T3	4 Kg / ha	0,35
T4	8 Kg / ha	0,38



Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA
 AGROLAB

Dirección:
 Calle Rúa Chacabira N° 902 y Zanusa, CA de Ciudad
 de la Ciénega Araya (municipio Araya)
 Teléfono: 2752.607. Cel. 0993.083.309 - 0993.364.889

E-mail: informes@agrolab.com
www.agrolab.com

Anexo 13. Análisis de suelo

ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme, Apartado 24
 Quevedo - Ecuador. Teléfono: 052 783044 suelos.entp@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 Vivian)	Cultivo Actual:	Piñazo
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					mg/100ml					ppm				
	Identificación	Area		NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B				
74651	Muestra 1		5,7	17	27,50	11,90	1,83	21	1,8	50	7,4	3,9	108	5,4	0,13			



INTERPRETACION					METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES							
pH					Digestivos de N + B		pH							
0-5,4	Muy Ácido	5,4-6,0	Lige. Ácido	6,0-6,5	Lige. Neutro	6,5-7,0	Neutro	7,0-7,5	Suave. Básico	7,5-8,0	Básico	8,0-8,5	Muy Básico	
							pH = Suelo agua (1:2,5)		N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn, B		Sulfato de Calcio/Metabenceno		BA	

LIDER DPTO. SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO

ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme, Apartado 24
 Quevedo - Ecuador. Teléfono: 052 783044 suelos.entp@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 Vivian)	Cultivo Actual:	Piñazo
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.	mg/100ml			C.E.	N.G.	Ca	Mg	Ca+Mg	mg/100ml	C.E.C. (cmol/100g)	RAS	pH	Textura (%)			Clase Textural
	As+H	Al	Na										Cl	Arena	Limo	
74651				5,7		11,0	0,98	12,46	24,63				41	50	7	Francoso-Limosa



INTERPRETACION					MET. J.C.I.		
C.E.					M.C. J.C.I.		
0-3	Muy Baja	3-6	Baja	6-10	Alta	10-15	Muy Alta
10-15	Muy Baja	15-20	Baja	20-30	Alta	30-40	Muy Alta
40-60	Muy Baja	60-80	Baja	80-100	Alta	100-150	Muy Alta

LIDER DPTO. SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO