

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**

**NIVELES DE FERTILIZACIÓN EN LAS PROPIEDADES QUÍMICAS
DEL SUELO Y LA EFICIENCIA EN EL USO DE NUTRIENTES CV
CURARE ENANO.**

Herrera Ossa Kevin Arlex

AUTOR

Ing. Nexar Vismar Cobeña Loor

TUTOR

EL CARMEN, ENERO 2018

CERTIFICACIÓN
DEL TUTOR DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL

Certifico que el señor: Herrera Ossa Kevin Arlex, ha realizado su trabajo experimental titulado, **“Niveles de fertilización en las propiedades químicas del suelo y la eficiencia en el uso de nutrientes cv Curare enano”**.

Además, certifico que el presente trabajo de investigación ha sido realizado observando las disposiciones reglamentarias de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí y las normas que la Guía Metodológica para el trabajo final de titulación en la modalidad de Trabajo Experimental de investigación de la carrera Ingeniería Agropecuaria establece, por lo tanto, autorizo su presentación ante los organismos legales pertinentes.

Ing. Nexar Cobeña Loor

TUTOR

El Carmen, enero 2018

DECLARACIÓN DE AUTORIA

Yo, Kevin Arlex Herrera Ossa con cedula de ciudadanía 172260965-6, 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 recomendaciones y conclusiones de la presente investigación con el tema: **NIVELES DE FERTILIZACIÓN EN LAS PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO Y LA EFICIENCIA EN EL USO DE NUTRIENTES CV CURARE ENANO**, 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 El Carmen.

Kevin Arlex Herrera Ossa

AUTOR

TITULO: NIVELES DE FERTILIZACIÓN EN LAS PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO Y LA EFICIENCIA EN EL USO DE NUTRIENTES CV CURARE ENANO

AUTOR: HERRERA OSSA KEVIN ARLEX

TUTOR: Ing. NEXAR VISMAR COBEÑA LOOR

TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO

DE:

INGENIERO AGROPECUARIO

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

MIEMBRO _____

MIEMBRO _____

MIEMBRO _____

DEDICATORIA

Dedico este proyecto en primer lugar a Dios, por guiarme cada día en el transcurso de mi camino. A mi padre Eduardo Herrera, por ser mi ejemplo para seguir adelante por inculcarme valores que han sido muy importantes en mi vida, gracias por eso y por mucho más; a mi madre Nora Ossa y hermanas Elaine y Megan Herrera, que son el incentivo para seguir adelante con este objetivo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a Dios, por guiarme en el sendero correcto de la vida, a mi padre, por ser mi ejemplo de superación y trabajo, a mi madre y mis hermanas por apoyarme en cada decisión que tomo; he culminado etapas muy importantes en mi vida y estoy comenzando una nueva con gran éxito.

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORIA	iii
1 MARCO TEÓRICO	3
1.1 Generalidades del cultivo.....	3
1.1.1 Descripción de la planta	3
1.2 Nutrientes.....	4
1.3 Nitrógeno	4
1.4 Potasio.....	5
1.5 Fertilización.	7
1.5.1 Fertilización Convencional.....	7
1.6 Determinación de Materia seca.....	7
1.7 Exportación de nutrientes (E)	7
1.8 Factor Parcial de Productividad (FPP).....	7
1.9 Balance Parcial de Nutrientes (BPN).....	8
1.10 Muestro de suelo	8
2 MATERIALES Y METODOS.....	9
2.1 Ubicación del ensayo	9
2.2 Características agroecológicas de la zona.....	9
2.3 Variables	9
2.3.1 Variables independientes.....	9
2.3.2 Variables dependientes	10
2.4 Tratamientos	10
2.5 Características de las unidades experimentales	11
2.6 Diseño experimental	11
2.6.1 Análisis estadístico	11
2.7 Instrumentos de medición aplicados.....	12

2.7.1	Materiales y equipos	12
2.8	Manejo del Ensayo.....	12
2.8.1	Elaboración de camas germinadoras	12
2.8.2	Recolección y selección de semilla	12
2.8.3	Siembra en cama enraizadora	12
2.8.4	Toma de muestra de suelo 1	13
2.8.5	Preparación del suelo.....	13
2.8.6	Trasplante	13
2.8.7	Fertilización	13
2.8.8	Manejo de malezas	14
2.8.9	Deshoje	14
2.8.10	Deschante.....	14
2.8.11	Elaboración de corona	14
2.8.12	Deshije	14
2.8.13	Enfunde.....	14
2.8.14	Deschive y Encinte	15
2.8.15	Cosecha.....	15
2.8.16	Recolección de muestras	15
2.8.17	Determinación de materia seca.....	15
2.8.18	Molido se muestra	15
2.8.19	Toma de muestra de suelo 2	16
3	EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS	17
3.1	Exportación de nutriente	17
3.1.1	Exportación de Nitrógeno.....	17
3.1.2	Exportación de Fósforo	18
3.1.3	Exportación de Potasio	18
3.1.4	Exportación de Calcio	18
3.1.5	Exportación de Magnesio	19
3.2	Eficiencia de Nutrientes.....	20
3.2.1	Factor Parcial de Productividad.....	20
3.2.2	Balance Parcial de Nutrientes.....	21

3.3	Propiedades químicas del suelo	23
4	CONCLUSIONES.....	27
5	BIBLIOGRAFÍA	xiii
6	ANEXOS	xx

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Consideraciones para la medición del uso de nutrientes	8
Tabla 2	Características meteorológicas presentadas en el ensayo.....	9
Tabla 3	Disposiciones de los tratamientos en estudio.	10
Tabla 4	Esquema de análisis de varianza.	11
Tabla 5	Promedios de exportación de nutrientes a diferentes niveles de N y K ₂ O en el cultivo de plátano Curare enano en el Carmen Manabí.....	17
Tabla 6	Resultados del Factor Parcial de Productividad y Balance Parcial de Nutrientes del N y K ₂ O en el cultivo de plátano Curare enano.....	20
Tabla 7	Resultados del análisis químico de suelo en las diferentes dosis de N y K ₂ O, al inicio y al final del experimento.	23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Sumideros y rutas del nitrógeno en el suelo.....	5
Figura 2.	Dinámica entre las diferentes formas de K en el suelo	6
Figura 3.	Exportación de Magnesio en el plátano Curare enano, en diferentes niveles de Potasio en El Carmen, Manabí.....	19
Figura 4.	Rendimiento y Factor Parcial de Productividad del N en el cultivo de plátano Curare enano.....	20
Figura 5.	Rendimiento y Factor Parcial de Productividad de K ₂ O en el cultivo de plátano Curare enano.....	21
Figura 6.	Exportación y Balance Parcial de Nutrientes del N en el cultivo de plátano Curare enano.....	22

Figura 7. Exportación y Balance de Nutrientes del K ₂ O en el cultivo de plátano Curare enano.	22
Figura 8. Resultados del análisis químico del suelo en el pH.	24
Figura 9. Concentración de NH ₄ en el suelo al final del cultivo con aplicación de dos niveles de N y tres de K ₂ O.....	24
Figura 10. Concentración de K en el suelo al final del cultivo con aplicación de dos niveles de N y tres de K ₂ O.....	25

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Análisis de varianza de Factor parcial de productividad (ADEVA Variable N - FPP.)	xx
Anexo 2 Análisis de varianza de Factor parcial de productividad (ADEVA Variable K - FPP.)	xx
Anexo 3 Análisis de varianza de la Exportación de N (ADEVA Variable N - EXP.).....	xx
Anexo 4 Análisis de varianza de la Exportación de P (ADEVA Variable P -EXP.)	xxi
Anexo 5 Análisis de varianza de la Exportación de K (ADEVA Variable K -EXP.).....	xxi
Anexo 6 Análisis de varianza de la Exportación de Ca (ADEVA Variable Ca -EXP.).....	xxi
Anexo 7 Análisis de varianza de la Exportación de Mg (ADEVA Variable Mg -EXP.).....	xxii
Anexo 8 Análisis de varianza de balance de nutrientes de N (ADEVA N – BPN).....	xxii
Anexo 9 Análisis de varianza de balance de nutrientes de K (ADEVA K – BPN).....	xxii
Anexo 10 Elaboración y siembra de cama germinadora	xxiii
Anexo 11 Toma de muestra de suelo 1.....	xxiii
Anexo 12 Fertilización convencional.....	xxiii
Anexo 13 Recolección de muestras.....	xxiv
Anexo 14 Determinación de materia seca	xxiv
Anexo 15 Molido de muestras.....	xxiv
Anexo 16 Toma de muestra de suelo 2.....	xxv
Anexo 17 Resultados de análisis de laboratorio	xxv

RESUMEN

En la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión El Carmen” en la carrera de ingeniería agropecuaria se realizó un proyecto de investigación, con el objetivo de evaluar el efecto de la fertilización con nitrógeno y potasio en la exportación, eficiencia de nutrientes y las propiedades químicas del suelo en el cultivo de plátano cv. Curare enano. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con tres repeticiones en un arreglo factorial A x B, los tratamientos consistieron en dos niveles de N, 100 y 200 kg ha⁻¹ factor A y tres de K₂O con 100, 200 y 300 kg ha⁻¹ factor B. No presentaron diferencia significativa en la exportación de Nitrógeno, Fosforo, Potasio y Calcio en la fruta, hubo mayor concentración de Mg en la fruta con la dosis de 100 kg ha⁻¹ de K₂O. Para la eficiencia de nutrientes los niveles bajos de N y K₂O lograron mayor incremento en el rendimiento, con 100 kg ha⁻¹ de N el FPP llegó a 363 kg de fruta por kg de nutriente y un BPN de 0,78 mientras que con 100 kg ha⁻¹ de K₂O el FPP fue de 383 kg ha⁻¹ y el BPN de 1,69. En las propiedades del suelo el NH₄ presenta mayor diferencia entre los niveles de N y K₂O aplicados, al adicionar 100 kg ha⁻¹ de N y dosis alta de Potasio la concentración en el suelo es mayor (35 ppm), mientras que con 200 kg ha⁻¹ de N es menor (16 ppm).

Palabras clave: Exportación, balance, rendimiento, concentración.

ABSTRACT

At the "Rio Suma" experimental farm of the agricultural engineering career of the "Eloy Alfaro" Laica University of Manabí El Carmen Extension, a research study was carried out to evaluate the effect of fertilization with nitrogen and potassium in the export, nutrient efficiency and soil chemical properties in plantain cv. Curare dwarf. For this, a completely randomized block design (DBCA) was used with three replications in a factorial arrangement A x B, treatments consisted of two levels of N, 100 and 200 kg ha⁻¹ factor A and three levels of K₂O with 100, 200 and 300 kg ha⁻¹ factor B. There was no significant difference in the export of N, P, K and Ca by fruit, for Mg there was only difference in fertilization with K₂O, with doses of 100 kg ha⁻¹ more Mg was concentrated in the fruit (13.83). For nutrient efficiency, the low levels of N and K₂O achieved a higher increase in yield, with 100 kg ha⁻¹ of N the FPP reached 363 kg of fruit per kg of nutrient and a BPN of 0.78 while with 100 kg ha⁻¹ of K₂O the FPP was 383 kg kg⁻¹ and the BPN was 1.69. In the soil properties NH₄ presents the greatest difference between the N and K₂O levels applied, with application of 100 kg ha⁻¹ of N and high dose of potassium the concentration in the soil is higher (35 ppm), while with 200 kg ha⁻¹ of N is less (16 ppm).

Key words: Exportation, balance, levels, fertilization.

INTRODUCCIÓN

El plátano es un cultivo de mucha importancia en el mundo ya que se cultiva tanto en las zonas tropicales y subtropicales, representa un aporte vital a la seguridad alimentaria y es un sustento económico para los sectores donde se produce. En el 2014 la producción mundial de esta musácea fue de 30'667 662 t (FAO, 2014).

De acuerdo con la FAO (2014) Ecuador produjo 761 226 t, Estados Unidos es donde principalmente llegan las exportaciones de plátano ecuatoriano. En el año 2014, el 62% del volumen total de la producción nacional fue destinado a este país, seguido por el bloque de países de la Unión Europea con un 21%, seguido por Colombia con un 15% (PROECUADOR, 2015). De acuerdo con él INEC (2013) la superficie destinada para la agricultura es de 7' 320 000 ha, de las cuales el plátano cubre una superficie total de 128 929 ha.

Manabí es la principal productora de plátano, donde se encuentra la mayor área sembrada, específicamente en el cantón El Carmen existe 50 376 ha, en cosecha 38 198 ha, con una producción 228 021 t anuales que representan el 38% del país (INEC, 2013). Es la principal entrada económica de esta zona del país.

El cultivo en su gran mayoría no es manejado técnicamente; hay pocos agricultores que aplican fertilizantes a sus cultivos, lo hacen de manera tradicional, debido a que no tienen las bases técnicas para aplicar correctamente. Existen plataneras con más de 40 años sin ser renovadas, y con muy bajos resultados de producción que no llegan a las 4 t ha año (Calvache & Vaca Sotelo, 2007).

Según Avellán, Calvache, & Cobeña (2015) el plátano absorbe la mayor cantidad de nutrientes a partir de la hoja 20 hasta la 30, este período coincide con el desarrollo de los hijos y la presencia de la inflorescencia. De acuerdo con Combat, Martínez, & Barrera (2004) el Nitrógeno y el Potasio son elementos de mayor consumo y pueden ser una limitante en el cultivo. La extracción de K puede llegar a 1,03 kg planta; sin embargo, del 85 al 90% retorna al suelo de lo absorbido y almacenado en las raíces, cormo, pseudotallo y hojas, mientras que los nutrientes en general retornan al suelo entre 74 y 78%. De acuerdo con FAO (2014) el

consumo de fertilizantes en el Ecuador ha aumentado más que todo en macronutrientes como Nitrógeno, Fósforo y Potasio.

El objetivo de fertilizar es proporcionar nutrientes extraídos por las plantas en la cosecha y a su vez corregir la carencia de los mismos, esto permite que tengamos un equilibrio y obtener altos rendimientos (Agron, 2015). Esto se lo hace con un análisis que nos permita reconocer la cantidad de nutrientes que absorbe la planta exportándolos al fruto y estimando la eficiencia con la que la planta toma los nutrientes.

El objetivo general de esta investigación fue: Evaluar los niveles de fertilización en las propiedades químicas del suelo y la eficiencia en el uso de nutrientes cv. Curare enano (*Musa acuminata x Musa balbisiana*) en la Universidad Laica de Eloy Alfaro de Manabí, extensión en El Carmen. Los objetivos específicos fueron: Determinar la eficiencia de la fertilización en el plátano Curare enano, analizar las propiedades químicas del suelo mediante la fertilización en el plátano Curare enano, identificar el nivel óptimo de la fertilización para el cultivo. La hipótesis a verificar es la siguiente: los niveles de fertilización influirán en las propiedades químicas del suelo y la eficiencia en el plátano Curare enano.

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO

1.1 Generalidades del cultivo

El plátano es reconocido y utilizado a lo largo de su historia en Asia Sudoriental, la evolución del plátano comestible se origina de la *Musa acuminata* y *Musa balbisiana* (Araya, 2008).

1.1.1 Descripción de la planta

Es una planta herbácea, pertenece a la familia de las *Musáceas*, posee un tallo subterráneo (Cormo o Rizoma); el cormo produce raíces y yemas laterales que forman los futuros hijos (Guerrero, 2010). El plátano contiene un cormo subterráneo, dentro de su ápice se encuentra el meristemo apical, el cormo puede producir aproximadamente diez hijuelos (Barrera , Cardona, & Cayon , 2011).

Según Araya (2008) el meristemo terminal produce hojas helicoidalmente que están listas para formar lo que se llama pseudotallo (Tronco), es lo bastante resistente para mantener hojas y racimo al momento de la parición. De acuerdo con Herrera & Colonia (2011) las hojas son las encargadas de realizar la fotosíntesis con un gran tamaño y de forma espiral. Las raíces se dividen en principales, secundarias y de allí salen los pelos absorbentes, en su mayoría aparecen en la parte superior del cormo (Barrera , Cardona, & Cayon , 2011).

La inflorescencia se presenta después de la aparición de las hojas funcionales ocurre cuando cada brote de flores aparece y se sitúa en dos filas apretadas, cuyos ovarios se transformarán en plátanos (Araya, 2008).

El fruto o racimo están listos para la cosecha entre las 9 y 12 semanas después del enfunde, durante la época lluviosa los racimos engrosan más rápidamente (Tumbaco, Patiño , & Ulloa , 2012).

1.2 Nutrientes

Las plantas requieren para su crecimiento normal 16 elementos químicos que se dividen en dos grupos: minerales y no minerales; dentro de los nutrientes minerales están los primarios, secundarios y micronutrientes (AGRICHEM, 2016).

Las plantas requieren una mayor cantidad de macronutrientes que de micronutrientes para que todo marche correctamente, las cantidades de micronutrientes son en menor proporción, pero muy importantes para completar los requerimientos nutricionales de las plantas (Beard, 2015).

Los micronutrientes son: hierro, zinc, manganeso, boro, cobre, molibdeno y el cloro, los cuales son considerados esenciales para las plantas. La falta o deficiencia de los micronutrientes conlleva a la pérdida de materia orgánica, lixiviación de los nutrientes del suelo y en exceso de vuelven tóxicos (Manahan, 2007).

Los nutrientes que necesita en mayores cantidades el suelo son los macro, aún más cuando el suelo es deficiente en uno o más de ellos, estos se dividen en primarios: Nitrógeno (N), Potasio (K), Fósforo (P) y secundarios: Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Azufre (S) (FAO, 2015). El calcio es fundamental para el crecimiento de las raíces y reduce la acidez del suelo (FAO, 2002).

1.3 Nitrógeno

Este elemento es fundamental para el crecimiento de la planta, los cultivos necesitan cantidades considerables para crecer normalmente, las plantas absorben el N en forma de iones de amonio (NH_4) o nitrato (NO_3) (IPNI, 1997). Es importante para la asimilación de los demás nutrientes, aparece en todos los procesos primordiales de desarrollo de la planta y el rendimiento (FAO, 2002).

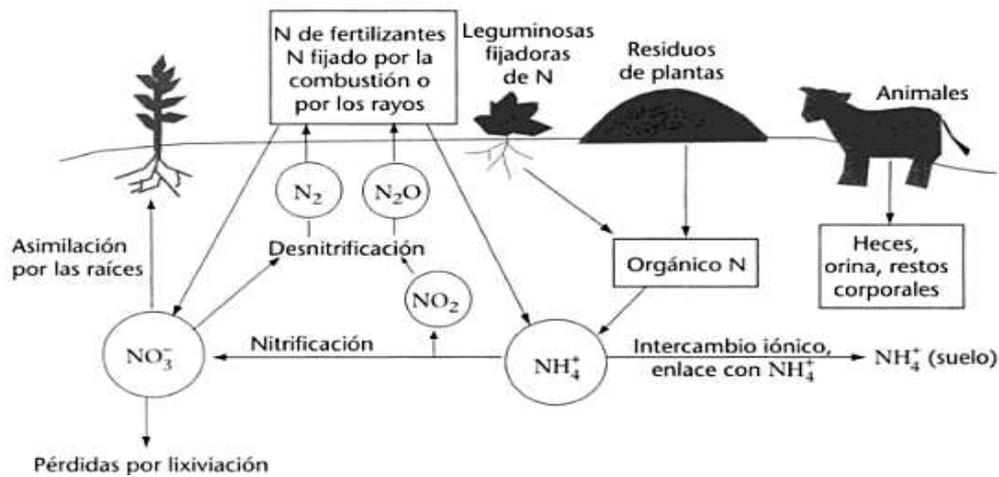


Figura 1. Sumideros y rutas del nitrógeno en el suelo.

Fuente: (Manahan, 2007).

A partir de la solución del suelo se da la absorción del N, en el cual también se genera mecanismos de pérdida como: la inmovilización, volatilización, lixiviación, desnitrificación y nitrificación; además se ha demostrado que los procesos como: absorción, distribución, reducción e incorporación del N en formas orgánicas están influenciadas y determinadas en un alto porcentaje de factores genéticos (Chaves, 1999).

Según Espada (2005) para controlar la contaminación y evaluar la efectividad es necesario que el Nitrógeno este balanceado a nivel del suelo; evitar las perdidas por lavado para optimizar la eficiencia del N, la determinación de las dosis de aplicación será según las necesidades del cultivo, hay que tener en cuenta que el suelo, el agua y las deposiciones atmosféricas aportan con este elemento. Según Furcal & Barquero (2014) las dosis de 100 y 200 kg de N ha⁻¹ producen mejores resultados en el plátano Curare enano con una densidad de 2380 plantas.

De acuerdo con Lopez , Vargas, & Espinoza (2001) la planta exporta al racimo o fruto cantidades de N que llegan a los 125 kg ha⁻¹ año⁻¹, es necesario que este nutriente sea repuesto al suelo para mantener buenas producciones en el futuro.

1.4 Potasio.

Este nutriente es el más importante en la nutrición del plátano con un alto interés para lograr rendimientos favorables en la calidad del fruto. El principal síntoma de deficiencia de K se presenta con un amarillamiento y enrollamiento hacia adentro de las hojas adultas (Lopez ,

Vargas, & Espinoza , 2001). El Potasio ayuda indirectamente a la planta con una resistencia al ataque de enfermedades, por medio de este elemento se produce un fortalecimiento de los mecanismos naturales de resistencia de la planta (IPNI, 1997).

De acuerdo con FAO (2002) dentro de las deficiencias están: crecimiento retrasado, las hojas son amarillentas llegando a tener necrosis en los bordes, sistema radicular mal desarrollado, tallos débiles, frutos pequeños y deformes. Las plantas absorben del suelo el K de forma iónica (K^+), es vital para la fotosíntesis, síntesis de proteínas, importante en la formación de la fruta (IPNI, 1997).

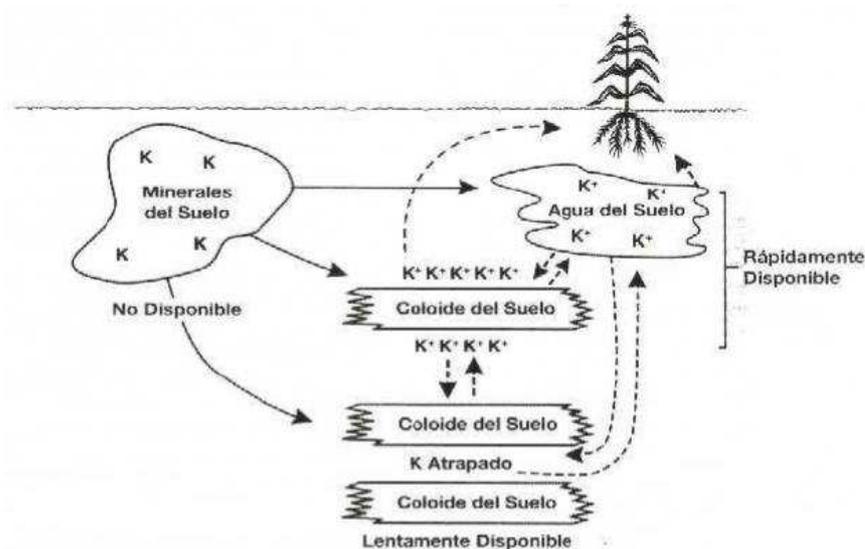


Figura 2. Dinámica entre las diferentes formas de K en el suelo
Fuente: (IPNI, 1997).

El Potasio está caracterizado por ser un elemento móvil en la planta dentro del Xilema y Floema, cuya absorción es altamente selectiva; la eficiencia de la absorción es en plantas jóvenes (Ardon, 2015). El fraccionamiento de las dosis del nutriente depende de la precipitación y no menos importante la textura del suelo (Torres Swing , 2012). Según Furcal & Barquero (2014) las dosis de K_2O 125, 250 y 375 ha^{-1} tuvieron resultados en el fruto central de la segunda mano del racimo.

La cantidad que absorben las plantas de este nutriente desde el suelo y lo exporta al fruto o racimo es muy alta, se considera que las pérdidas por ser removido a la fruta pueden ser de 400 kg/ha/año con una producción de 70 t. de fruta del banano (Lopez & Espinoza, 1994).

1.5 Fertilización.

La nutrición en las plantas es un proceso complejo que no depende únicamente de los nutrientes que contenga el suelo, sino también del balance de estos elementos nutritivos que requiere la planta o cultivos.

1.5.1 Fertilización Convencional

Este método de fertilización es muy común dentro del círculo de productores de plátano, Palencia, Gomez, & Martin (2006) mencionan que se deben aplicar en forma circular a unos 40 cm de distancia en la base del pseudotallo y cubrir con residuos de cosecha.

1.6 Determinación de Materia seca

Para realizar este método tradicional del secado de muestras se requiere determinar la materia seca, por lo general se usa estufas de circulación forzada a 65 °C durante 72 horas, esto varia por el tipo de muestra (Petruzzi, Stritzler, Ferri, Pagella, & Rabotnikof, 2005).

1.7 Exportación de nutrientes (E)

De acuerdo con García & Correndo (2016) es la cantidad que absorbe la planta del nutriente aplicado o que está en el suelo y exportándolo al fruto. Según Castillo, Hernandes, & Torres (2011) el elemento más extraído por el fruto es el K y el orden de extracción por los frutos es: $K > N > Ca \geq P \geq Mg$, esto depende de diferentes factores tanto internos como externos: genética de la planta, edad de la planta y todo lo relacionado con el ambiente (AGQ, 2010).

1.8 Factor Parcial de Productividad (FPP)

La eficiencia en producción de un cultivo se interpreta de manera sencilla; se calcula en unidad de rendimiento de la plantación por la unidad de nutriente aplicado y se representa en kg de fruta ha^{-1} por kg de nutriente (Snyder & Bruulsema, 2007). La eficiencia de nutrientes puede analizarse a corto y largo plazo, se basa en el efecto de la fertilización sobre parámetros de rendimiento, recuperación y remoción (Stewart, 2007).

1.9 Balance Parcial de Nutrientes (BPN)

Se calcula con el resultado del nutriente en la porción cosechada de la plantación por unidad de nutriente aplicado (Snyder & Bruulsema, 2007). Se representa como kg de nutriente exportado por kg de nutriente aplicado. Según los criterios en este parámetro uno o ligeramente menor es la sustentabilidad del sistema (Dobermann, 2005) con la consideración de que todo lo aplicado salga mediante la cosecha, y lo que previamente el suelo tenía, regrese por medio de los desechos de la planta, sin embargo esto no aplica en todos los cultivos, por la fijación biológica o pérdida de nutrientes en el ambiente (Espinosa & Mite, 2008).

Tabla 1

Consideraciones para la medición del uso de nutrientes

Consideración	Cálculo	Rangos en cereales
FPP		
Factor Parcial de Productividad	$FPP = R_N / D$	40 a 80 unidades de grano (kg) por unidad de nutriente (kg).
BPN		
Balance Parcial de Nutriente	$BPN = U_C / D$	< 1: sistemas deficientes en nutrientes > 1: Excesos en el sistema Ligeramente menos que uno a uno (sostenibilidad del sistema).

R_N: Rendimiento del cultivo con nutriente aplicado (kg ha⁻¹)

D: Cantidad de nutriente aplicado (kg ha⁻¹)

U_C: Contenido de nutriente en la porción cosechada (kg ha⁻¹).

Nota: Tomada de Snyder & Bruulsema (2007).

1.10 Muestro de suelo

Es una de las técnicas que más se utiliza para recomendar el uso de nutrientes, excelente guía para el uso de fertilizantes (SAGARPA, 2015). Para realizar el muestro de suelo se debe hacer un croquis del terreno, limpiar la superficie, obtener sub-muestras de toda el área, profundidad de muestro es de 0-20 cm, depositar en un recipiente y homogenizar, recolectar 1 kg de muestra en una funda plástica, identificar con una etiqueta (AGROCALIDAD, 2015).

CAPÍTULO II

2 MATERIALES Y METODOS

2.1 Ubicación del ensayo

El ensayo estuvo ubicado en la Granja Experimental Río Suma de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” De Manabí Extensión El Carmen, provincia de Manabí, ubicada en el km 25 de la Vía Santo Domingo – Chone.

2.2 Características agroecológicas de la zona

Las características meteorológicas se muestran a continuación:

Tabla 2

Características meteorológicas presentadas en el ensayo

Características	ULEAM
Clima	Trópico Húmedo
Temperatura (°C)	24
Humedad Relativa (%)	86
Heliofanía (Horas luz año ⁻¹)	1 026,2
Precipitación media anual (mm)	2 806
Altitud (msnm)	249

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2014). Estación: Climatológica Ordinaria (CO)

2.3 Variables

2.3.1 Variables independientes

Niveles de fertilización

N: 100 y 200 kg ha⁻¹

K: 100, 200 y 300 kg ha⁻¹

2.3.2 Variables dependientes

Exportación de nutrientes

Se realizó con la siguiente formula: $U = MS * CN\%$, U: Contenido de nutriente en la porción cosechada kg ha^{-1} , MS: Materia seca de la fruta en kg ha^{-1} , CN: Concentración de nutriente en la Materia Seca de la fruta en % (Quintero, 1995).

Factor parcial de productividad

Se aplicó la siguiente fórmula: $FPP = \frac{R}{D}$, R: Rendimiento de la parcela cosechada kg ha^{-1} , D: Dosis de nutriente aplicada kg ha^{-1} (Snyder & Bruulsema, 2007).

Balance parcial de nutrientes

Se hizo con la siguiente formula: $BPN = \frac{U}{D}$, U: Contenido de nutriente exportado al fruto kg ha^{-1} , D: Dosis de nutriente aplicada kg ha^{-1} (Snyder & Bruulsema, 2007).

2.4 Tratamientos

Los tratamientos resultaron de la interacción, entre los factores A y B en total seis. Se emplearon tres repeticiones por tratamiento, con un total de 18 parcelas.

Tabla 3

Disposiciones de los tratamientos en estudio.

Tratamientos	Niveles de fertilización kg ha^{-1}	
	N	K ₂ O
a1-b1	100	100
a1-b2	100	200
a1-b3	100	300
a2-b1	200	100
a2-b2	200	200
a2-b3	200	300

2.5 Características de las unidades experimentales

A continuación, se detallan las características de la unidad experimental que se emplearon en el ensayo:

Superficie del ensayo:	1 822 m ²
Superficie por repetición:	101,25 m ²
Distancia de siembra:	3,0 m x 1,25 m
Hilera por parcela:	3
Plantas por hilera:	9
Plantas por parcela:	27
Plantas a evaluar:	7
Superficie por parcela:	607,5 m ²
Población por experimento:	486 plantas
Población por hectárea:	2 666 plantas

2.6 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, DBCA con tres repeticiones, en un arreglo factorial A (Nitrógeno) x B (Potasio).

2.6.1 Análisis estadístico

Los tratamientos fueron analizados usando la prueba de Tukey al 5% en el programa estadístico de INFOSTAT versión 2008.

Tabla 4

Esquema de análisis de varianza.

Fuente de Variación		gl
Repetición	(r - 1)	2
Factor A (Nitrógeno)	(a - 1)	1
Factor B (Potasio)	(b - 1)	2
Factor A * Factor B (N*K)	(a * b)	2
Error	(t - 1) (r - 1)	10
Total	(t * r) - 1	17

2.7 Instrumentos de medición aplicados

2.7.1 Materiales y equipos

- Balanza (g)
- Cinta métrica
- Sobre de manila
- Molino
- Estufa

2.8 Manejo del Ensayo

2.8.1 Elaboración de camas germinadoras

Se elaboró una cama germinadora de 1,5 x 4,0 m de longitud con 20 cm de profundidad, se hizo una mezcla con relación 2:1 (Arena y viruta). Se realizó una desinfección con Clorpirifos a razón de 40 cm³ en un equipo de aspersión de 20 l de agua para control de picudo. (Anexo 10).

2.8.2 Recolección y selección de semilla

Se realizó la recolección de semilla (cormo) de plátano de la variedad Curare de la plantación de la Granja Experimental de la carrera de Ing. Agropecuaria, cuyo peso aproximado fue de un kg. Se realizó una limpieza mecánica a los cormos con machete para sacar las partes en proceso de descomposición.

2.8.3 Siembra en cama enraizadora

Se ubicó las semillas en la cama germinadora de forma continua, se hizo una aplicación de Clorpirifos a la razón de 40 cm³ en un equipo de aspersión de 20 l de agua con el propósito de prevenir el ataque de picudo. Se colocó una capa de sustrato de arena y viruta sobre las semillas. Se realizó aplicación de riego pasando un día por dos semanas, las siguientes semanas no se llevó a cabo dicha actividad debido a que las condiciones climáticas cambiaron y se tuvo que realizar drenaje, según las recomendaciones de Coto (2009).

El tiempo de permanencia en cama germinadora fue hasta que los cormos germinaran su tercera o cuarta hoja, llegando a permanecer hasta un mes en cama pre-germinadora. (Anexo 10).

2.8.4 Toma de muestra de suelo 1

Se realizó una toma de muestra de suelo con barreno previo a la siembra, misma que fue llevada al Laboratorio del INIAP -Pichilingue para su respectivo análisis. (Anexo 11).

2.8.5 Preparación del suelo

Se realizó la tumba de las plantas de plátano establecidas, se prosiguió con una limpieza de maleza mecánica del área experimental. Se dio un tiempo de espera de 15 a 20 días para realizar el control químico de maleza con Glifosato uno a dos l por hectárea.

Se realizó el hoyado tomando en cuenta la densidad de siembra de 3 x 1,25 m y a una profundidad de 30 x 30 x 30 cm.

2.8.6 Trasplante

Para el trasplante se colocó un insecticida-nematicida de contacto a razón de 20 g directo al cormo para prevenir el ataque del Barrenadores de raíz. Se ubicó el cormo en el hoyo y se cubrió con tierra negra.

2.8.7 Fertilización

Se realizó la fertilización cuando las plantas de plátano variedad Curare emitieron la hoja número 6, 12 y 18. Se aplicaron dos dosis de Nitrógeno 100 y 200 kg ha⁻¹, su fuente fue la Urea (46 % N) (Fernández M. , 1984) , para el Potasio fueron 3 dosis 100, 200 y 300 se utilizó Cloruro de potasio (KCl) (60 % K₂O), se adicionó en todos los tratamientos 50 kg ha⁻¹ de Magnesio y Fósforo, las fuentes que se utilizaron fueron: Oxido de Magnesio (86 % MgO) y Superfosfato triple (46 % P₂O₅) (Lopez & Espinoza , 1995) (Anexo 12).

2.8.8 Manejo de malezas

Esta actividad se realizó en dos formas: Mecánico y Químico.

- **Mecánico.** - Tuvo una frecuencia de 15-20 días, se realizó mediante empleo de herramientas como: machete para mantener limpio la circunferencia alrededor de la planta y chapeadora para malezas que superan los 20 cm de altura.
- **Químico.** - Se ejecutó dos veces en el año de producción a razón de uno a dos litros por ha alternando productos como: Paraquat y Glifosato.

2.8.9 Deshoje

Se eliminaron las hojas secas, dobladas, enfermas para esto se utilizó machete para plantas pequeñas, podón para plantas cuando estas crecieron, se consideró el cuidado de dicha actividad para no tocar el racimo. El deshoje se hizo de 8 - 15 días máximo.

2.8.10 Deschante

Se procedió a retirar todo tejido viejo que se acumula en el tallo (chante). Se realizó con una frecuencia de 15 días de forma manual o mecánica (cuchillo).

2.8.11 Elaboración de corona

Esta actividad se realizó con el fin de mantener limpio y libre de malezas la circunferencia alrededor de la planta de forma mecánica (machete).

2.8.12 Deshije

Se eliminó primero los hijos de agua, espada e hijos profundos con una palilla; a partir del quinto mes después de la siembra.

2.8.13 Enfunde

Para esta actividad se utilizó fundas con grosor de 0,4 cm. Los frutos o racimo se enfundaron a partir de que se abrían totalmente para evitar manchas en los dedos del fruto.

2.8.14 Deschive y Encinte

Se eliminó de forma manual la flor (chivo), los dedos falsos y la última mano, ya que esta no sirve para la venta. En el encinte se utilizó nueve colores de cinta, cada color representa una semana.

2.8.15 Cosecha

El racimo estuvo listo para la cosecha 9-12 semanas después del encinte, se realizó con un corte en X en el tallo, doblándolo y sin golpear el racimo, luego fue trasladado al parqueadero para su respectivo proceso.

2.8.16 Recolección de muestras

Se escogieron dos frutos centrales de la segunda mano de cada racimo, fueron pesados y trasladados al laboratorio de la Carrera. (Anexo 13).

2.8.17 Determinación de materia seca

Se utilizó las muestras escogidas en la cosecha, luego los dos frutos de cada muestra se los pico, se ubicó en sobres manila y se enviaron a la estufa con una temperatura de 70 °C por 72 horas (Anexo 14), se utilizó la siguiente fórmula: $CMS (\%) = M1 / M0 * 100$, donde CMS: contenido de materia seca (%), M1 = peso seco de la muestra, M0 = peso fresco de la muestra (Cerdas , Montero, & Somarribas , 2014).

2.8.18 Molido se muestra

Se retiraron las muestras luego de su proceso de secado en la estufa. Para molerlas se utilizó un molino con motor hasta que el plátano este como harina para luego enviar al laboratorio del INIAP-Pichilingue. (Anexo 15).

2.8.19 Toma de muestra de suelo 2

Se realizó una toma de muestra de suelo con barreno a cada tratamiento de la investigación después de la cosecha total de los racimos, misma que fue llevada al Laboratorio del INIAP - Pichilingue para su respectivo análisis. (Anexo 16).

CAPÍTULO III

3 EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1 Exportación de nutriente

Los nutrientes de mayor exportación en el Curare enano fueron los siguientes: K₂O con 165 kg ha⁻¹, N con 82 kg ha⁻¹ y Ca con 52 kg ha⁻¹ mientras que para el P y Mg no superan los 15 kg ha⁻¹; en la tabla 5 se presentan los resultados de exportación de nutrientes en diferentes dosis de N y K₂O aplicados.

Tabla 5

Promedios de exportación de nutrientes a diferentes niveles de N y K₂O en el cultivo de plátano Curare enano en el Carmen Manabí.

Dosis kg ha ⁻¹		Exportación de nutrientes kg ha ⁻¹				
N	K ₂ O	N	P	K	Ca	Mg
100	100	77,3 a	4,0 a	169,0 a	51,7 a	14,0 a
100	200	71,7 a	3,3 a	155,0 a	51,0 a	12,0 b
100	300	84,0 a	4,0 a	159,0 a	52,3 a	12,0 ab
200	100	79,3 a	4,3 a	169,3 a	52,3 a	13,7 a
200	200	83,0 a	3,3 a	155,3 a	48,7 a	11,7 b
200	300	94,0 a	4,7 a	180,0 a	54,3 a	13,3 ab

3.1.1 Exportación de Nitrógeno

No se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) en la exportación de N mediante la fruta (Anexo 3), entre los factores de estudio ni la interacción del N y K₂O, el coeficiente de variación 19,26%. La exportación promedio de este nutriente en la investigación estuvo en 81,55 kg ha⁻¹ y fue el segundo de mayor concentración en el fruto entre los macronutrientes requeridos en la planta.

Esta cantidad es mayor a la reportada por Furcal & Barquero (2014), que alcanzó 53,89 kg de N ha⁻¹ en densidad de 2 300 plantas con 100 kg ha⁻¹ de nitrógeno en cultivo de Curare “Semigigante”, pero similar a los encontrado en la investigación de Avellán, Calvache, &

Cobeña (2015), en 2 500 plantas ha⁻¹ y dosis de 120 kg llegó a 80,9 kg ha⁻¹ de N exportado mediante la fruta de plátano barraganete.

3.1.2 Exportación de Fósforo

Los niveles de fertilización con N y K no influyeron estadísticamente ($p > 0,05$) en la concentración de fósforo en la fruta (Anexo 4), el coeficiente de variación fue de 27,64%; en promedio el cultivo de plátano exporta 3,94 kg ha⁻¹ de P.

En la investigación de Furcal & Barquero (2013), la exportación del fósforo mediante la cosecha fue superior al de esta investigación con 5,79 kg ha⁻¹; este valor es similar al encontrado por Avellán, Calvache, & Cobeña (2015), que reportaron una exportación de 5,4 kg ha⁻¹.

3.1.3 Exportación de Potasio

El ADEVA encontró diferencias no significativas ($p > 0,05$) entre los niveles de fertilización con nitrógeno y potasio (Anexo 5), y la interacción de los factores, el coeficiente de variación fue de 16,62; la cantidad de K que sale del cultivo de plátano mediante la cosecha es de 164,61 kg ha⁻¹. Esta cantidad superó a la obtenida por Avellán, Calvache, & Cobeña (2015), que alcanzó 135,6 kg ha⁻¹ y a la encontrada por Furcal & Barquero (2014), que llegó a 130 kg ha⁻¹ y tuvo fertilización de 200 kg ha⁻¹ de K₂O.

3.1.4 Exportación de Calcio

No existe diferencia significativa ($p > 0,05$) en la exportación de este nutriente (Anexo 6), los niveles de N y K₂O y la interacción de estos no influyen en la concentración de Ca en la fruta del plátano Curare enano, el coeficiente de variación alcanzó 12,50%; este elemento fue el tercero de mayor requerimiento en la fruta, el promedio de exportación llegó a 51,72 kg ha⁻¹.

Este valor está por encima del reportado por Avellán, Calvache, & Cobeña (2015), en plátano barraganete que llegó a 13,3 kg ha⁻¹ y a los expuesto por Furcal & Barquero (2014), en curare semigigante que alcanzó los 20,83 kg ha⁻¹.

3.1.5 Exportación de Magnesio

El ADEVA encontró diferencias significativas ($p < 0,05$) en la concentración de Mg a la fertilización con K_2O (Anexo 7), mientras que esta variable no mostró cambios a la fertilización con N y a la interacción entre los factores, el coeficiente de variación llegó a 9,22%.

En la Figura 3 se observa el comportamiento de la exportación de Mg en los niveles de K_2O , con dosis de 100 kg ha^{-1} la concentración de Mg llega a $13,83 \text{ kg}$, la tendencia al incrementar el nivel de potasio es descendente en la exportación de Mg, esto se debe a que la disponibilidad del Mg en el suelo está condicionada por la cantidad de K que se aplica al suelo (International Plant Nutrition Institute, 2012); en la investigación de Avellán, Calvache, & Cobeña (2015), la concentración fue menor con $8,4 \text{ kg ha}^{-1}$, al igual que en la variedad curare donde solo alcanzó una exportación de $7,99 \text{ kg ha}^{-1}$ según lo expuesto por Furcal & Barquero (2014).

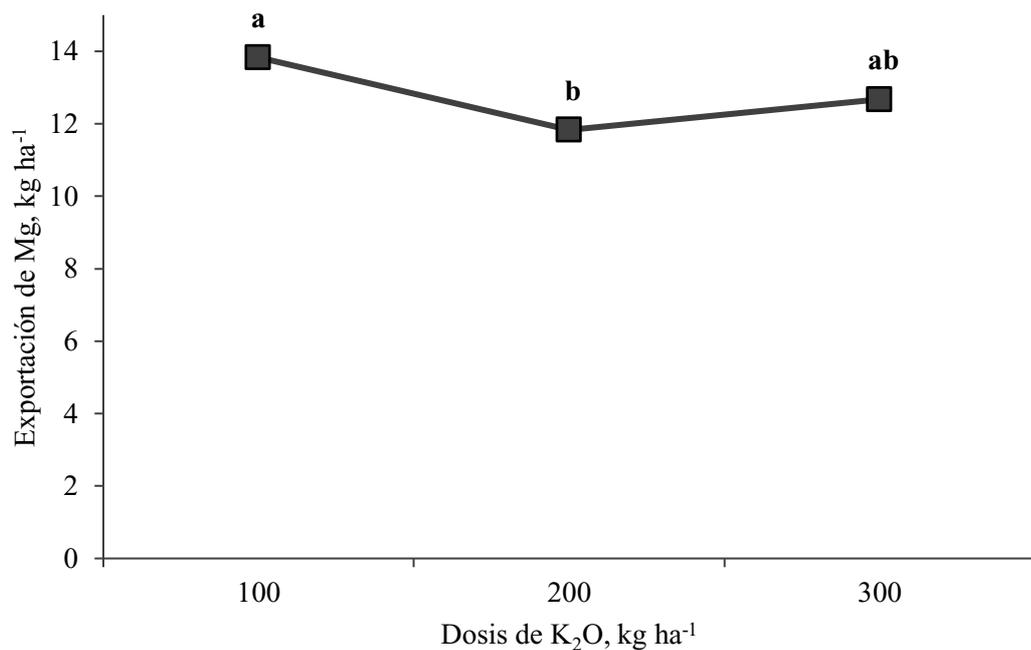


Figura 3. Exportación de Magnesio en el plátano Curare enano, en diferentes niveles de Potasio en El Carmen, Manabí.

3.2 Eficiencia de Nutrientes

En la tabla 6 se presentan los valores calculados en la eficiencia de nutrientes para el N y K₂O.

Tabla 6

Resultados del Factor Parcial de Productividad y Balance Parcial de Nutrientes del N y K₂O en el cultivo de plátano Curare enano.

Dosis (D)	Rendimiento (R)	FPP (R/D)		Exportación (E)		BPN (E/D)		
		N	K	N	K	N	K	
100	100	37 596,23	376	376	77,48	169,14	0,77	1,69
	200	34 352,89	344	172	71,81	155,04	0,72	0,78
	300	36 925,24	369	123	83,83	158,84	0,84	0,53
200	100	39 007,28	195	390	79,54	169,40	0,40	1,69
	200	37 186,26	186	186	83,24	154,98	0,42	0,77
	300	37 332,89	187	124	94,17	180,26	0,47	0,60

3.2.1 Factor Parcial de Productividad

Para el nitrógeno, el FPP con el valor más alto se obtuvo con dosis de 100 kg ha⁻¹ con producción de 363 kg de fruta por kg de nutriente, esto indica que con un nivel bajo de N la fertilización presenta mayor eficiencia en el rendimiento (Figura 4), a esto se le llama la ley de rendimiento decreciente (Boaretto, Muraoka, & Trevelin, 2007), a mayor aplicación de nutriente, menor eficiencia en producción.

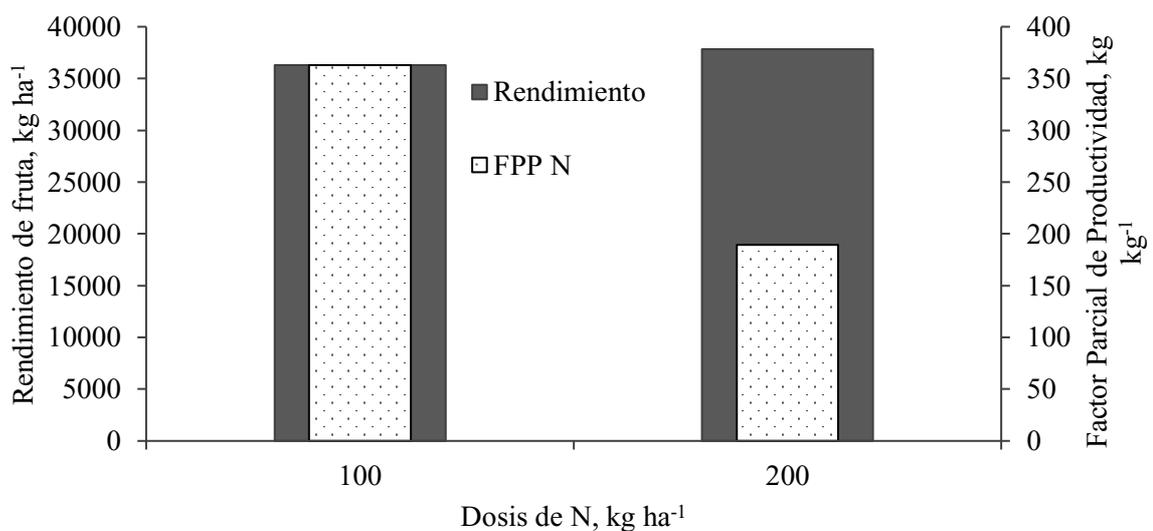


Figura 4. Rendimiento y Factor Parcial de Productividad del N en el cultivo de plátano Curare enano.

En el K_2O el resultado es similar al N, en la dosis de 100 kg ha^{-1} el FPP fue más alto, con eficiencia de 383 kg de fruta por kg de nutriente aplicado; en la investigación de Furcal & Barquero (2014), en dosis de 100 kg ha^{-1} de N el FPP alcanzó los 243 en el primer ciclo y 310 kg kg^{-1} en el segundo, mientras que para el potasio en dosis de 125 kg kg^{-1} logró 187 y 243 kg kg^{-1} en el primer y segundo ciclo respectivamente, esta respuesta fue menor en comparación a la obtenida en la investigación.

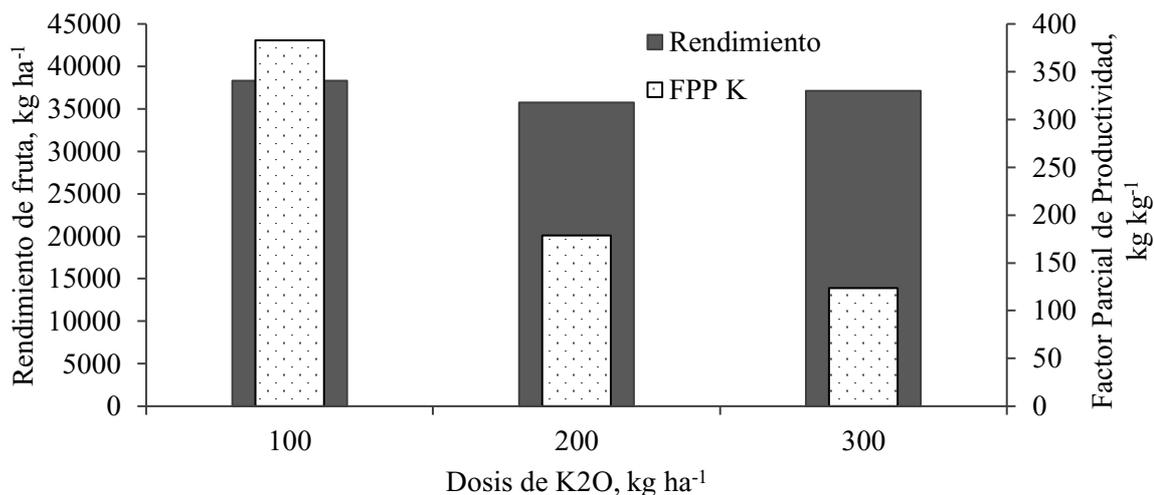


Figura 5. Rendimiento y Factor Parcial de Productividad de K_2O en el cultivo de plátano Curare enano.

3.2.2 Balance Parcial de Nutrientes

En el N (Figura 6) el BPN más alto se obtuvo con la aplicación de 100 kg ha^{-1} , con un balance de $0,78 \text{ kg kg}^{-1}$, mientras que con la dosis de 200 kg ha^{-1} el BPN alcanzó $0,42 \text{ kg kg}^{-1}$, en ambos casos el valor no llegó a lo sugerido como valores óptimos (Snyder & Bruulsema, 2007); caso contrario en el potasio (Figura 7), que a pesar que en sus dosis más alta los valores son similares, en la aplicación de 100 kg ha^{-1} el balance obtuvo $1,69 \text{ kg kg}^{-1}$, el cual supera los rangos normales establecidos dentro de la eficiencia, este resultado en el K_2O indica que el fruto del plátano Curare enano concentró más nutriente del aplicado, lo que genera un desbalance debido a que la extracción fue mayor en estas condiciones, los datos presentados por Furcal & Barquero (2014), fueron inferiores ya que en el N encontraron balances de $0,25$ a $0,50$ en dosis de 100 kg kg^{-1} , mientras que para el K_2O los valores de BPN estuvieron entre $0,35$ a $0,65$ en dosis de 200 kg ha^{-1} ; en el caso del N los valores reportados por los investigadores mencionados se ajustan a lo expuesto por Espinosa & Mite (2008), los cuales exponen que el BPN del cultivo de banano

esta entre 0,30 a 0,50 kg kg^{-1} , lamentablemente la información en el potasio es escasa en cuanto a la eficiencia de nutriente.

El parámetro de BPN indica el aprovechamiento de la planta al nutriente aplicado, ya que el uso de dosis más altas, como se observan en las Figuras 6 y 7 supone que gran parte del fertilizante regresará al suelo, esto indica un bajo uso del nutriente para concentrarse en el fruto; la nutrición inicial del suelo debe ser la encargada de absorberse en las demás partes de la planta y retornar al sistema, mientras que lo aplicado debe concentrarse en el fruto.

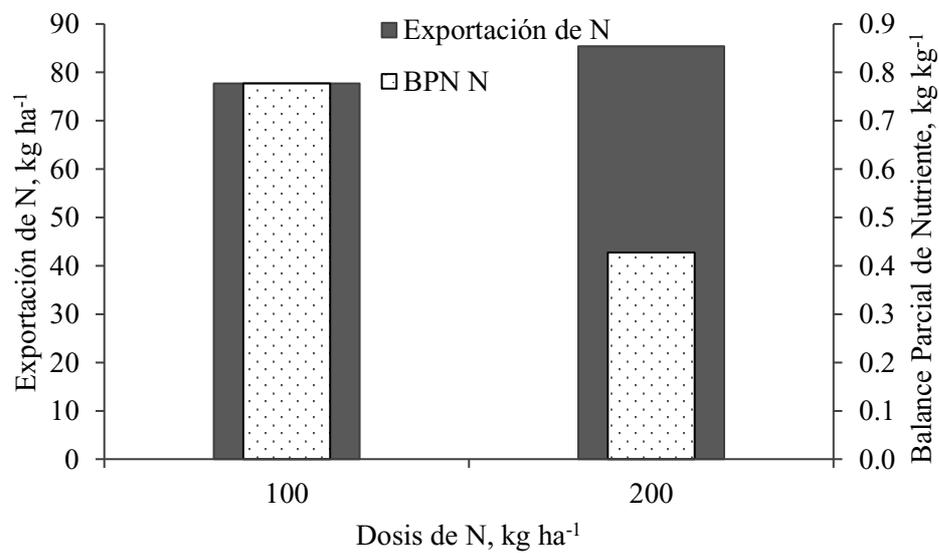


Figura 6. Exportación y Balance Parcial de Nutrientes del N en el cultivo de plátano Curare enano.

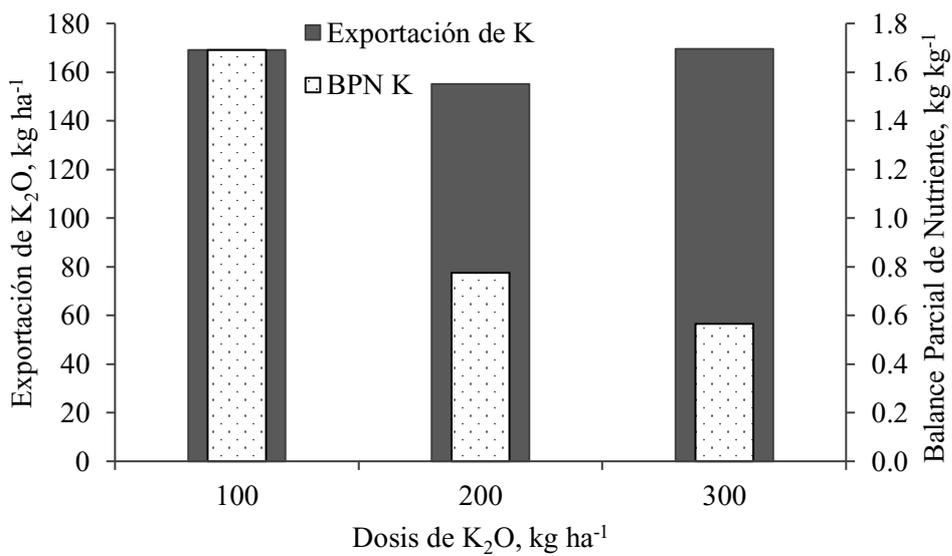


Figura 7. Exportación y Balance de Nutrientes del K_2O en el cultivo de plátano Curare enano.

3.3 Propiedades químicas del suelo

Se realizó un análisis por tratamiento para conocer las condiciones químicas del suelo al momento de iniciar la investigación y al finalizar después de la cosecha, en la tabla 7 se presentan los valores obtenidos al inicio, y por cada nivel de N y K₂O aplicado.

Tabla 7

Resultados del análisis químico de suelo en las diferentes dosis de N y K₂O, al inicio y al final del experimento.

Dosis N	Dosis K ₂ O	pH	NH ₄	P	K	Ca	Mg
			ppm		meq 100ml ⁻¹		
	Inicial	6,1	23	15	1	17	3,1
100	100	5,8	9	14	0,53	11	2,6
	200	5,8	15	10	0,46	10	2,7
	300	5,5	35	17	0,34	11	2,6
200	100	5,7	25	12	0,40	11	2,3
	200	5,7	22	12	0,70	10	2,0
	300	5,8	16	11	0,52	11	2,9

No hubo diferencia en la concentración del N en relación de las dosis, hubo cambios en el pH (figura 8). Los valores de pH del suelo disminuyeron al final de la investigación, esto determina que la aplicación de nutrientes en el cultivo de plátano altera este valor, al momento de establecer el cultivo el pH estuvo en 6.1 mientras que al finalizar la investigación disminuyó a 5.7 en promedio, de acuerdo con el IPNI (1999) la acidez incrementa al adicionar fertilizantes nitrogenados o que contengan amonio (NH₄⁺), a través de la oxidación biológica esta forma de N se convierte en nitrato (NO₃⁻), este proceso se lo conoce como nitrificación. Las recomendaciones para el cultivo de plátano al momento de la siembra establecen un pH de entre 5.5 a 7 como óptimo para la producción (Guerrero, 2010), lo que se obtuvo en el análisis de suelo al final se encuentra en lo recomendado, sin embargo, se debe planear una medida para aumentar el pH; los resultados en los análisis de suelo son inferiores a los reportados por Coveña (2016) que al inicio fue de 6,29 y al final del ciclo del cultivo llegó a 6,1 en promedio de las densidades de siembra utilizadas.

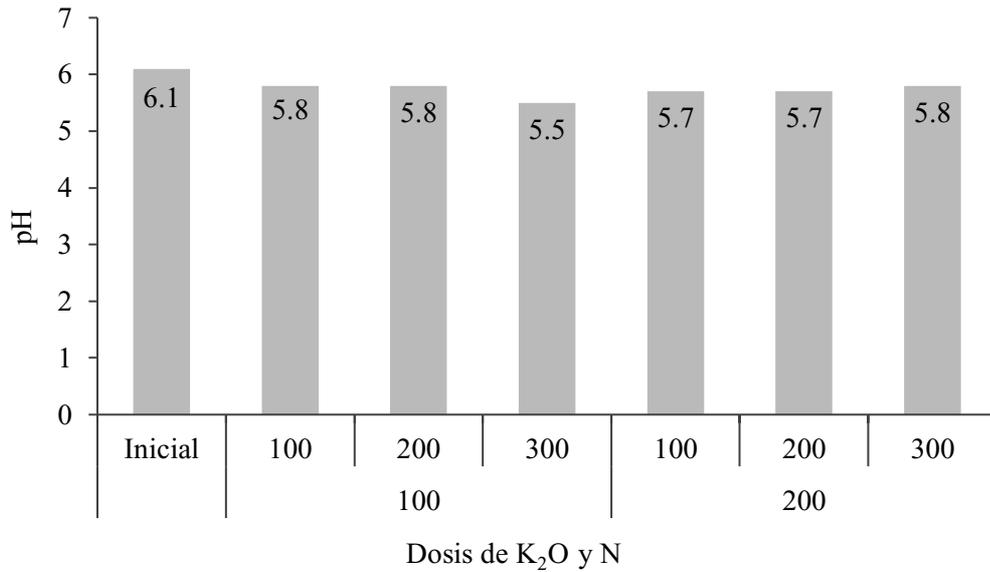


Figura 8. Resultados del análisis químico del suelo en el pH.

En el amonio (NH₄), la concentración inicial alcanzó 23 ppm, en la Figura 9 se observa el comportamiento de la aplicación de N con varios niveles de K₂O, en dosis de 100 kg ha⁻¹ de N la concentración de NH₄ al final del ciclo del cultivo aumenta al incrementar los niveles de K₂O, con 300 kg ha⁻¹ de este nutriente se obtiene 35 ppm de NH₄, mientras que con dosis de 200 kg ha⁻¹ la concentración disminuye hasta 16 ppm; las cantidades obtenidas en el análisis de suelo presentan concentraciones normales según Fernández, L., Rojas, N. (2006), que establecen valores de entre 20 a 40 ppm, la acumulación de NH₄ puede ser tóxica, detiene el crecimiento y reduce la absorción de K (Perdomo & Barbazán, 2000).

Según Cakmak (2015) existe un antagonismo entre el amonio y potasio, ya que tienen forma iónica, entre mas se aplique NH₄ las raices absorben menos el potasio.

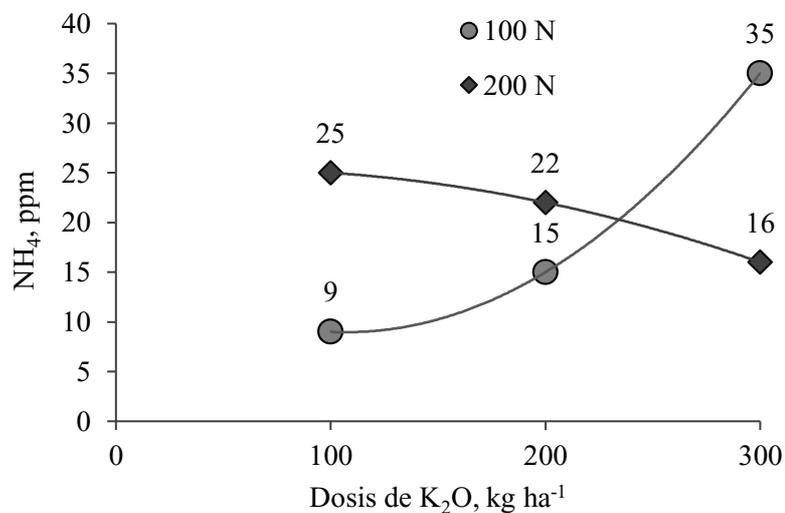


Figura 9. Concentración de NH₄ en el suelo al final del cultivo con aplicación de dos niveles de N y tres de K₂O.

Los valores encontrados en el P se mantuvieron entre los 10 a los 17 ppm, la concentración al inicio del experimento fue de 15 ppm, en comparación con los análisis realizados al final del ciclo esta concentración fue superada con la aplicación de 100 con 300 kg ha⁻¹ de N y K₂O que alcanzó 17 ppm, estas cantidades reportadas en el análisis de suelo se encuentran en los rangos normales de requerimientos en el cultivo de plátano que son de 10 a 20 ppm (Escuela Agrícola Panamericana, 2000).

La concentración de K al inicio del experimento fue de 1 meq 100ml⁻¹, el cual disminuyó a pesar de la aplicación de niveles altos de K₂O, incluso el valor más alto de K en suelo se encontró en dosis media de potasio (200 kg ha⁻¹) con 200 kg ha⁻¹ de N el cual alcanzó 0,7 meq 100ml⁻¹; en la Figura 10 se observa el comportamiento de la concentración de K en el suelo a niveles de K₂O con dos aplicaciones de N, con 100 kg ha⁻¹ de N la concentración de K disminuye al incremento de la dosis de K₂O, en 200 kg ha⁻¹ de N en dosis media de K₂O la concentración de eleva pero disminuye a mayor nivel de potasio.

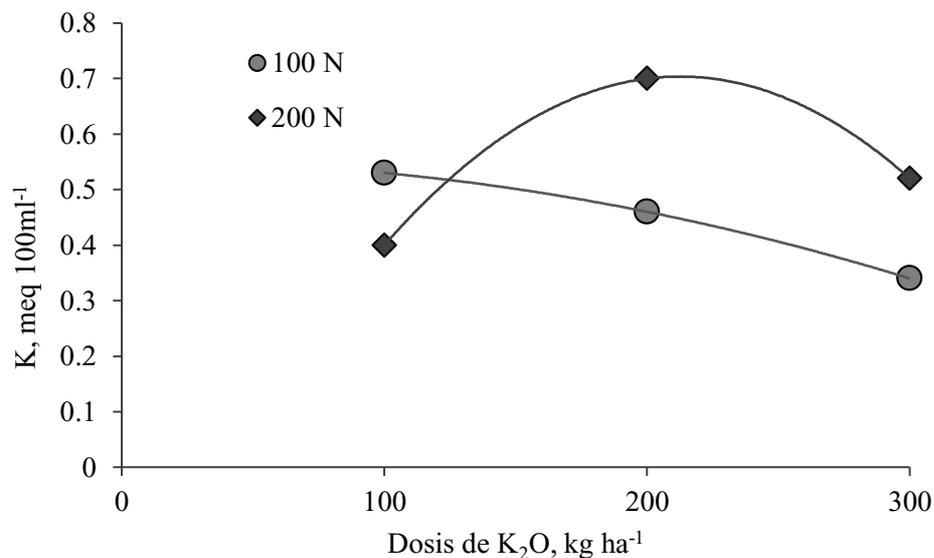


Figura 10. Concentración de K en el suelo al final del cultivo con aplicación de dos niveles de N y tres de K₂O.

En la mayoría de los resultados en la concentración de K se encuentran en los valores recomendados por la Escuela Agrícola Panamericana (2000), sugieren que en el suelo debe existir de 0.4 a 0.6 meq, sin embargo, estos resultados son similares a los encontrado por Pin-Macias (2016), en la investigación de densidades de siembra en el dominico hartón, en promedio se mantuvieron en 0,58 meq 100ml⁻¹.

En lo que respecta al Ca y Mg no presentaron una tendencia en el incremento de los niveles de N y K₂O, la concentración al final del experimento disminuyó a diferencia del análisis inicial; en el Ca la concentración al momento de la siembra fue de 17 y bajo hasta 11 meq 100ml⁻¹ en promedio al finalizar la investigación, en el Mg el análisis inicial presentó una concentración de 3,1 meq 100ml⁻¹ y disminuyó a 2,5 meq 100ml⁻¹ en promedio al final de la investigación; estos valores superaron a los encontrados por (Molero, y otros, 2008), que reportó concentraciones de Ca entre 2,08 y 2,11 y Mg de 0,35 meq 100ml⁻¹; sin embargo según las recomendaciones de Fernández (2006), la concentración de Ca en el suelo debe estar entre 5 a 10 meq 100ml⁻¹ mientras que en el Mg el rango óptimo en el suelo debe variar entre 1 a 2 meq 100ml⁻¹ (Escuela Agrícola Panamericana, 2000).

4 CONCLUSIONES

Los niveles de N y K₂O no influyeron en la exportación de macronutrientes, a excepción del Mg, con dosis baja de potasio la concentración de Mg fue más alta, a diferencia de las otras dosis.

Las dosis bajas de Nitrógeno y Potasio fueron la de mayor eficiencia, con 100 kg ha⁻¹ de N y K₂O hay un mayor incremento en el rendimiento de fruta, en el BPN cuando la aplicación de K₂O es de 100 kg ha⁻¹ la salida de nutriente es mayor en relación a la entrada.

Las dosis de nutrientes estudiadas mostraron un mejor aprovechamiento del fertilizante con los niveles más bajos de Nitrógeno y Potasio, por lo que se establece 100 kg ha⁻¹ para cada caso como la dosis óptima.

Las propiedades químicas del suelo varían entre el inicio y final del ciclo del cultivo, el pH y los macronutrientes disminuyen con el establecimiento del plátano, en el caso de la concentración de N y K en el suelo tienden a bajar o disminuir de acuerdo al nivel de N y K₂O aplicado.

5 BIBLIOGRAFÍA

- AGQ. (04 de 02 de 2010). *AGQ, Labs and Technological Services*. Obtenido de <http://www.agq.com.es/doc-es/extraccion-total-dinamica-absorcion-nutrientes-cultivo-esparrago-verde>
- AGRICHEM. (09 de Marzo de 2016). *AGRICHEM*. Obtenido de <http://agrichem.mx/nutricion-de-las-plantas-principales-nutrientes-y-funciones/>
- AGROCALIDAD. (2015). *Instructivo para toma de muestras de suelos*. Laboratorio de suelos, foliares y aguas. Obtenido de <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/pdf/laboratorios/suelos-foliares-aguas/instructivo-muestreo-suelos-laboratorios-agrocalidad.pdf>
- Agron, C. (2015). *FERTILIDAD QUIMICA, FERTILIZACION MINERAL N, P , K*. Universidad Nacional de La Plata, Ambiente y recursos naturales. Recuperado el 20 de Mayo de 2017, de https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiR5Yi35P_TAhUGQiYKHV-fCwgQFggmMAE&url=http%3A%2F%2Faulavirtual.agro.unlp.edu.ar%2Fpluginfile.php%2F20779%2Fmod_folder%2Fcontent%2F0%2FTEORIA%2520FERTILIDAD%2520MI
- Araya, J. (2008). *AGROCADENA DE PLATANO CARACTERIZACION DE LA AGROCADENA*. Obtenido de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00082.pdf>
- Ardon, H. (2015). *EFFECTO DE FUENTES DE POTASIO SOBRE LA CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES EN SANDÍA VARIEDAD MICKEY LEE*. Universidad Rafael Landívar, FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS. Obtenido de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2015/06/01/Ardon-Hugo.pdf>
- Avellán, L., Calvache, M., & Cobeña, N. (Junio de 2015). 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

- Barrera , J., Cardona, C., & Cayon , D. (2011). *EL CULTIVO DE PLÁTANO (MUSA AAB SIMMONDS): ECOFISIOLOGÍA Y MANEJO CULTURAL SOSTENIBLE*. Universidad de Cordoba . Obtenido de <http://editorialzenu.com/images/1467833541.pdf>
- Beard, J. (2015). Funciones de los Macro y Micronutrientes. *FAO*. Obtenido de <https://www.aag.org.ar/funciones-de-los-macro-y-micronutrientes/>
- Boaretto, A., Muraoka, T., & Trevelin, P. (2007). Uso eficiente del Nitrógeno de los fertilizantes convencionales. *Informaciones Agronómicas*, 120, 13-14. Obtenido de [https://ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/\\$webindex/EF0539C4F335C93405257402006BEB4/\\$file/Uso+Eficiente+del+Nitr%C3%B3geno+de+los+Fertilizantes+Convencionales.pdf](https://ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/EF0539C4F335C93405257402006BEB4/$file/Uso+Eficiente+del+Nitr%C3%B3geno+de+los+Fertilizantes+Convencionales.pdf)
- Cakmak, I. (2015). *Sinergismos y Antagonismos entre Nutrientes Minerales Durante la Absorción y Transporte en las Plantas*. INTAGRI S.C. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/sinergismos-y-antagonismos-entre-nutrientes>
- Calvache, M., & Vaca Sotelo, D. (2007). *www.ute.edu.ec*. Recuperado el 24 de Enero de 2016, de <http://www.ute.edu.ec/revistas/5/articulos/ff5037a9-98e0-4c3d-907a-8cb7a2ab6fbf.pdf>
- Castillo, G., Hernandez, M., & Torres , C. (2011). *Extracción de macronutrientes en banano 'Dominico' (Musa spp.)*. Obtenido de <http://www.scielo.org.ar/pdf/phyton/v80n1/v80n1a10.pdf>
- Cerdas , M., Montero, M., & Somarribas , O. (2014). *VERIFICACIÓN DEL CONTENIDO DE MATERIA SECA COMO INDICADOR DE COSECHA PARA AGUACATE (persea americana) CULTIVAR HASS EN ZONA INTERMEDIA DE PRODUCCIÓN DE LOS SANTOS*. Costa Rica. Obtenido de http://www.mag.go.cr/rev_agr/v38n01_207.pdf
- Chaves, M. (1999). *El Nitrogeno, Fosforo y Potasio en la Caña de Azucar*. San Jose, Costa Rica.
- Ciampitti, I., & Garcia , F. (2008). *Balance y eficiencia de uso de los nutrientes en sistemas agrícolas*.

- Combat, E. M., Martínez, G., & Barrera, J. L. (2004). EFECTO DE LA INTERACCION DE N Y K SOBRE LAS VARIABLES DE RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PLATANO (*Musa AAB Simmonds*). *Revistas UniCordoba*. Recuperado el 25 de Enero de 2016, de <http://revistas.unicordoba.edu.co/ojs/index.php/temasagrarios/article/view/618/579>
- Coto, J. (2009). *GUIA PARA MULTIPLICACION RAPIDA DE CORMOS DE PLATANO Y BANANO*. FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA. Obtenido de http://www.fhia.org.hn/downloads/proteccion_veg_pdfs/multiplicacion_rapida_de_cormos_de_platano_y_banano.pdf
- Coveña, J. J. (2016). *Densidades de plátano barraganete sobre las propiedades químicas y microbiológicas del suelo*. Tesis de Grado, Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Carrera de Ingeniería Agropecuaria, El Carmen.
- Dobermann, A. (2005). *Nitrogen Use Efficiency – State of the Art*. University of Nebraska.
- Escuela Agrícola Panamericana. (2000). *Manual práctico del manejo del cultivo de platano*. Honduras: Zamorano. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2491/1/cultivo%20de%20platano%20suelo.pdf>
- Espada, J. (2005). *El uso razonado del nitrógeno en la fertilización del almendro*. Agricultura y Alimentación, Aragon. Obtenido de http://bibliotecavirtual.aragon.es/bva/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=3705310
- Espinosa, J., & Mite, F. (4 de Diciembre de 2008). *Búsqueda de eficiencia en el uso de nutrientes en Banano*. Obtenido de International Plant Nutrition Institute: [http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/02788fd8caef69705257a370058dad2/\\$FILE/Eficiencianutrientes.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/02788fd8caef69705257a370058dad2/$FILE/Eficiencianutrientes.pdf)
- FAO. (2002). *Fertilizantes y su uso*. IFA, Paris, Francia. Obtenido de <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fertuso.pdf>

- FAO. (2014). *Organizacion de las Naciones Unidas para la Alimentacion y Agricultura*. Recuperado el 5 de Febrero de 2017, de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- FAO. (2015). Macro y micro nutrientes. *FAO*. Obtenido de http://www.fao.org/elearning/Course/NFSLBC/es/story_content/external_files/Macronutrientes%20y%20micronutrientes.pdf
- Fernández, L., Rojas, N., Roldán, T., Ramirez, M., Zegarra, H., Uribe, R., . . . Arce, J. (2006). *Manual de técnicas de análisis de suelos*. México. Obtenido de <http://docplayer.es/2397280-Manual-de-tecnicas-de-analisis-de-suelos.html>
- Fernández, M. (1984). *LA UREA, FERTILIZANTE NITROGENADO*. Obtenido de <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/IPA/NR02557.pdf>
- Furcal, P., & Barquero, A. (2013). Respuesta del plátano a la fertilización con P, K y S durante el primer ciclo productivo. *Revista Agronomía Mesoamericana*, 24(2), 317-327. Obtenido de http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212013000200008
- 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>
- García, F., & Correndo, A. (2016). *Calculo de requerimientos nutricionales*. Obtenido de <http://lacs.ipni.net/article/LACS-1024>
- Guerrero, M. (2010). *GUIA TECNICA DEL CULTIVO DE PLÁTANO*. CENTA. Obtenido de <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/frutales/GUIA%20CULTIVO%20PLATANO%202011.pdf>
- Herrera , M., & Colonia , L. (2011). *MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO DE PLÁTANO*. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA . Obtenido de http://www.agrobanco.com.pe/pdfs/capacitacionesproductores/Platano/MANEJO_INTEGRADO_DEL_CULTIVO_DE_PLATANO.pdf
- INAMHI. (2014). *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología*. Obtenido de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202011.pdf>

- INEC. (2013). *Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua*. encuesta por muestra. Recuperado el 21 de Enero de 2016
- International Plant Nutrition Institute. (19 de Julio de 2012). *Es una regla - Las plantas necesitan magnesio*. Obtenido de Nutri-Verdades: <http://nla.ipni.net/article/NLA-3014>
- IPNI. (1997). *Manual internacional de fertilidad de los suelos*. Quito, Ecuador.
- Lopez , A., & Espinoza , J. (1995). *Manual de nutrición y fertilización del banano*.
- Lopez , A., & Espinoza, J. (1994). *Respuesta del Banano al Potasio*. IPNI (Internacional Plant Nutrition Institute . Obtenido de [http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/02788fd8caef69705257a370058dad2/\\$FILE/Respuestabanano.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/02788fd8caef69705257a370058dad2/$FILE/Respuestabanano.pdf)
- Lopez , A., Vargas, A., & Espinoza , J. (2001). *Sintomas de Deficiencias Nutricionales y otros Desordenes Fisiologicos en el Cultivo de Banano*. Internacional Plant Nutrition Institute. Obtenido de [http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/c093707b0327c2fe05257a40005f359f/\\$FILE/G%20Banano.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/c093707b0327c2fe05257a40005f359f/$FILE/G%20Banano.pdf)
- Manahan. (2007). *Introduccion a la Quimica Ambiental*. Mexico D. F., Mexico: REVERTÉ, S. A. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=5NR8DIk1n68C&pg=PA322&dq=El+nitrogeno+en+la+planta&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwill-HFoLPJAhVLkx4KHxyyBBEQ6AEIKjAC#v=onepage&q&f=false>
- Molero, M., Gutiérrez, L., Contreras, Q., Rondón, C., Carrero, P., & Rojas, R. (2008). Determinación de los niveles: K, P, N, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe y Mn en muestras de suelos y tejido foliar del cultivo de Musa AAB, subgrupo plátano cv. Harton. *Producción Agropecuaria*, 1(1), 3-6. Obtenido de http://www2.unesur.edu.ve/investigacion/descargas/Rev_Vol1_No1/Molero%20et%20al2._%202008.pdf
- Palencia, G., Gomez, R., & Martin, J. (2006). *Manejo Sostenible del Cultivo del Platano*. Bucaramanga, Colombia. Obtenido de <https://agromedioambiente.files.wordpress.com/2014/08/cultivo-del-platano.pdf>

- Perdomo, C., & Barbazán, M. (2000). *NITRÓGENO*. Universidad de la Republica, Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay. Obtenido de <http://www.fagro.edu.uy/fertilidad/publica/Tomo%20N.pdf>
- Petruzzi, Stritzler, Ferri, Pagella, & Rabotnikof. (2005). *DETERMINACIÓN DE MATERIA SECA POR MÉTODOS INDIRECTOS: UTILIZACIÓN DEL HORNO A MICROONDAS*. Obtenido de http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/43-uso_microondas_ms.pdf
- Pin-Macias, M. J. (2016). *Densidades de plátano Dominico hartón sobre las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del suelo*. Tesis de Grado, Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Carrera de Ingeniería Agropecuaria, El Carmen.
- PROECUADOR. (2015). *www.proecuador.gob.ec*. Recuperado el 20 de Enero de 2016, de http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2015/06/PROEC_AS2015_PLATANO1.pdf
- Quintero, R. (1995). *Fertilización y nutrición es cenecaña. El cultivo de caña en la zona azucarera de colombia*. Recuperado el 03 de 10 de 2017
- SAGARPA. (2015). *Análisis de suelo y agua*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/114360/2.-_Nota_Julio_2015.pdf
- Snyder, & Bruulsema. (2007). *Nutrient Use Efficiency and Effectiveness in North America*. International Plant Nutrition Institute. Obtenido de [http://www.ipni.net/ipniweb/portal.nsf/0/d58a3c2deca9d7378525731e006066d5/\\$FILE/Revised%20NUE%20update.pdf](http://www.ipni.net/ipniweb/portal.nsf/0/d58a3c2deca9d7378525731e006066d5/$FILE/Revised%20NUE%20update.pdf)
- Stewart, W. (2007). Consideraciones en el uso eficiente de nutrientes. *Informaciones Agronómicas*(67), 1-7. Obtenido de [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/EC5D7D4A78BB6D6D852579A3006CB4D4/\\$FILE/Consideraciones%20en%20el%20Uso%20Eficiente%20de%20Nutrientes.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/EC5D7D4A78BB6D6D852579A3006CB4D4/$FILE/Consideraciones%20en%20el%20Uso%20Eficiente%20de%20Nutrientes.pdf)
- Torres Swing . (2012). *Guía práctica para el manejo de banano orgánico en el valle del Chira*. Obtenido de

http://www.swisscontact.org/fileadmin/user_upload/COUNTRIES/Peru/Documents/Publications/manual_banano.pdf

Tumbaco, A., Patiño, M., & Ulloa, S. (2012). *Manual del cultivo de platano de exportacion*. ESPE. Santo Domingo: Vinicio Uday. Obtenido de <http://giat.espe.edu.ec/wp-content/uploads/2012/12/Outline-del-libro.pdf>

Ventimiglia, L., Carta, H., & Rillo, S. (1999). *EXPORTACIÓN DE NUTRIENTES EN CAMPOS AGRÍCOLAS*. Obtenido de [http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/A6AB235F461783C48525799C0058ED55/\\$FILE/ExpNut9deJulio.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/A6AB235F461783C48525799C0058ED55/$FILE/ExpNut9deJulio.pdf)

6 ANEXOS

Anexo 1

Análisis de varianza de Factor parcial de productividad (ADEVA Variable N - FPP.)

Fuentes de variación	GL	SC	CM	F	Valor p	
Repeticiones	2	608,78	304,39	0,42	0,66	ns
Nitrógeno	1	135 546,89	135 546,89	186,36	<0,00	**
Potasio	2	1 336,11	668,06	0,92	0,43	ns
Nitrógeno * Potasio	2	570,11	285,06	0,39	0,68	ns
Error	10	7 273,22	727,32			
Total	17	145 335,11				
C.V (%)			9,67			

Anexo 2

Análisis de varianza de Factor parcial de productividad (ADEVA Variable K - FPP.)

Fuentes de variación	GL	SC	CM	F	Valor p	
Repeticiones	2	1 025,78	512,89	1,03	0,39	ns
Nitrógeno	1	450,00	450,00	0,90	0,36	ns
Potasio	2	223 752,78	111 876,39	224,67	<0,00	**
Nitrógeno * Potasio	2	156,33	78,17	0,16	0,85	ns
Error	10	4 979,56	497,96			
Total	17	230 364,44				
C.V (%)			9,76			

Anexo 3

Análisis de varianza de la Exportación de N (ADEVA Variable N - EXP.)

Fuentes de variación	GL	SC	CM	F	Valor p	
Repeticiones	2	176,78	88,39	0,36	0,71	ns
Nitrógeno	1	272,22	272,22	1,10	0,32	ns
Potasio	2	501,78	250,89	1,02	0,40	ns
Nitrógeno * Potasio	2	76,44	38,22	0,15	0,86	ns
Error	10	2 467,22	246,72			
Total	17	3 494,44				
C.V (%)			19,26			

Anexo 4

Análisis de varianza de la Exportación de P (ADEVA Variable P -EXP.)

Fuentes de variación	GL	SC	CM	F	Valor p	
Repeticiones	2	2,78	1,39	1,17	0,35	ns
Nitrógeno	1	0,50	0,50	0,42	0,53	ns
Potasio	2	3,44	1,72	1,45	0,28	ns
Nitrógeno * Potasio	2	0,33	0,17	0,14	0,87	ns
Error	10	11,89	1,19			
Total	17	18,94				
C.V (%)			27,64			

Anexo 5

Análisis de varianza de la Exportación de K (ADEVA Variable K -EXP.)

Fuentes de variación	GL	SC	CM	F	Valor p	
Repeticiones	2	2 332,11	1 166,06	1,56	0,26	ns
Nitrógeno	1	234,72	234,72	0,31	0,59	ns
Potasio	2	803,11	401,56	0,54	0,60	ns
Nitrógeno * Potasio	2	427,11	213,56	0,29	0,76	ns
Error	10	7 487,22	748,72			
Total	17	11 284,28				
C.V (%)			16,62			

Anexo 6

Análisis de varianza de la Exportación de Ca (ADEVA Variable Ca -EXP.)

Fuentes de variación	GL	SC	CM	F	Valor p	
Repeticiones	2	65,44	32,72	0,78	0,48	ns
Nitrógeno	1	0,06	0,06	0,00	0,97	ns
Potasio	2	37,44	18,72	0,45	0,65	ns
Nitrógeno * Potasio	2	14,78	7,39	0,18	0,84	ns
Error	10	417,89	41,79			
Total	17	535,61				
C.V (%)			12,50			

Anexo 7

Análisis de varianza de la Exportación de Mg (ADEVA Variable Mg -EXP.)

Fuentes de variación	GL	SC	CM	F	Valor p	
Repeticiones	2	14,11	7,06	5,08	0,03	**
Nitrógeno	1	0,22	0,22	0,16	0,70	ns
Potasio	2	12,11	6,06	4,36	0,04	*
Nitrógeno * Potasio	2	2,78	1,39	1,00	0,40	ns
Error	10	13,89	1,39			
Total	17	43,11				
C.V (%)			9,22			

Anexo 8

Análisis de varianza de balance de nutrientes de N (ADEVA N – BPN)

Fuentes de variación	GL	SC	CM	F	Valor p	
Repeticiones	2	0,01	0,00	0,26	0,78	ns
Nitrógeno	1	0,61	0,61	39,74	0,00	**
Potasio	2	0,02	0,01	0,69	0,52	ns
Nitrógeno * Potasio	2	0,00	0,00	0,11	0,90	ns
Error	10	0,15	0,02			
Total	17	0,79				
C.V (%)			20,37			

Anexo 9

Análisis de varianza de balance de nutrientes de K (ADEVA K – BPN)

Fuentes de variación	GL	SC	CM	F	Valor p	
Repeticiones	2	0,16	0,08	1,54	0,26	ns
Nitrógeno	1	0,00	0,00	0,01	0,92	ns
Potasio	2	4,34	2,17	40,97	<0,0001	**
Nitrógeno * Potasio	2	0,01	0,00	0,07	0,93	ns
Error	10	0,53	0,05			
Total	17	5,05				
C.V (%)			22,64			

Anexo 13

Recolección de muestras



Anexo 14

Determinación de materia seca



Anexo 15

Molido de muestras



Anexo 16

Toma de muestra de suelo 2

 <p>ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme, Apartado 24 Quevedo - Ecuador Telef: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec</p>																																																																																																																									
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS																																																																																																																									
DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : Herrera Kevin Dirección : arlexosna7@gmail.com Ciudad : El Carmen Teléfono : Fax :		DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : Universidad Eloy Alfaro Manabí Provincia : Manabí Cantón : El Carmen Parroquia : Ubicación : El Carmen																																																																																																																							
PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : Curare Enano N° Reporte : 2178 Fecha de Muestreo : 28/04/2017 Fecha de Ingreso : 28/04/2017 Fecha de Salida : 08/05/2017																																																																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N° Muest. Laboral.</th> <th>Datos del Lote</th> <th>Area</th> <th>pH</th> <th colspan="2">ppm</th> <th colspan="4">mg/100ml</th> <th colspan="6">ppm</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Identificación</th> <th></th> <th></th> <th>NH₄</th> <th>P</th> <th>K</th> <th>Ca</th> <th>Mg</th> <th>S</th> <th>Zn</th> <th>Cu</th> <th>Fe</th> <th>Mn</th> <th>B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>83275</td> <td>Tratamiento 1</td> <td></td> <td>5,8 MeAc</td> <td>9 B</td> <td>14 M</td> <td>0,53 A</td> <td>11 A</td> <td>2,6 A</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>83276</td> <td>Tratamiento 2</td> <td></td> <td>5,8 MeAc</td> <td>15 B</td> <td>10 M</td> <td>0,46 A</td> <td>10 A</td> <td>2,7 A</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>83277</td> <td>Tratamiento 3</td> <td></td> <td>5,5 Ac RC</td> <td>35 M</td> <td>17 M</td> <td>0,34 M</td> <td>11 A</td> <td>2,6 A</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>83278</td> <td>Tratamiento 4</td> <td></td> <td>5,7 MeAc</td> <td>25 M</td> <td>12 M</td> <td>0,40 M</td> <td>11 A</td> <td>2,3 A</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>83279</td> <td>Tratamiento 5</td> <td></td> <td>5,7 MeAc</td> <td>22 M</td> <td>12 M</td> <td>0,70 A</td> <td>10 A</td> <td>2,0 M</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>83280</td> <td>Tratamiento 6</td> <td></td> <td>5,8 MeAc</td> <td>16 B</td> <td>11 M</td> <td>0,52 A</td> <td>11 A</td> <td>2,9 A</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	N° Muest. Laboral.	Datos del Lote	Area	pH	ppm		mg/100ml				ppm							Identificación			NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	83275	Tratamiento 1		5,8 MeAc	9 B	14 M	0,53 A	11 A	2,6 A							83276	Tratamiento 2		5,8 MeAc	15 B	10 M	0,46 A	10 A	2,7 A							83277	Tratamiento 3		5,5 Ac RC	35 M	17 M	0,34 M	11 A	2,6 A							83278	Tratamiento 4		5,7 MeAc	25 M	12 M	0,40 M	11 A	2,3 A							83279	Tratamiento 5		5,7 MeAc	22 M	12 M	0,70 A	10 A	2,0 M							83280	Tratamiento 6		5,8 MeAc	16 B	11 M	0,52 A	11 A	2,9 A						
N° Muest. Laboral.	Datos del Lote	Area	pH	ppm		mg/100ml				ppm																																																																																																															
	Identificación			NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B																																																																																																											
83275	Tratamiento 1		5,8 MeAc	9 B	14 M	0,53 A	11 A	2,6 A																																																																																																																	
83276	Tratamiento 2		5,8 MeAc	15 B	10 M	0,46 A	10 A	2,7 A																																																																																																																	
83277	Tratamiento 3		5,5 Ac RC	35 M	17 M	0,34 M	11 A	2,6 A																																																																																																																	
83278	Tratamiento 4		5,7 MeAc	25 M	12 M	0,40 M	11 A	2,3 A																																																																																																																	
83279	Tratamiento 5		5,7 MeAc	22 M	12 M	0,70 A	10 A	2,0 M																																																																																																																	
83280	Tratamiento 6		5,8 MeAc	16 B	11 M	0,52 A	11 A	2,9 A																																																																																																																	

INTERPRETACION pH MeAc = Muy Acido LA = Liger. Acido LAI = Lige. Alcalino RC = Requiere Cal Ac = Acido PN = Prac. Neutro MeAl = Media. Alcalino B = Bajo MeAr = Media. Acido N = Neutro Al = Alcalino M = Medio A = Alto		METODOLOGIA USADA pH = Suelo: agua (1:2,5) N,P,K = Colorimetria S = Turbidimetria K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn = Absorción atómica	EXTRACTANTES Olsen Modificado N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn Fosfato de Calcio Monobásico BLS
x.w. Herrera LIDER DPTO. NAC/SUELOS Y AGUAS		+ [Signature] RESPONSABLE LABORATORIO	La muestra será guardada en por tres meses, Tiempo en el que reclamos en los res

Anexo 17

Resultados de análisis de laboratorio

 <p>ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE SERVICIO DE LA LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS INFORMACION PARA ANALISIS ESPECIAL</p>																																																																																																																																																																																																																																																																				
Propietario: Kevin Herrera Hacienda: Universidad Eloy Alfaro de Manabí Cultivo: Curare Enano Localización: Manabí, El Carmen, El Carmen, Previaña, Cañon, El Carmen, Sitio	N° Reporte: 2178 Fecha Muestreo: 28/04/2017 Fecha Ingreso: 28/04/2017 Fecha Salida: 16/05/2017 986901672 Teléfono																																																																																																																																																																																																																																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">No. Laboratorio</th> <th rowspan="2">Identificación</th> <th colspan="6">Concentración %</th> <th colspan="6">ppm</th> </tr> <tr> <th>Nitrógeno</th> <th>Fósforo</th> <th>Potasio</th> <th>Calcio</th> <th>Magnesio</th> <th>Azufre</th> <th>Boro</th> <th>Zinc</th> <th>Cobalt</th> <th>Hierro</th> <th>Manganeso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>60945</td><td>A1T1</td><td>0.7</td><td>0.04</td><td>1.49</td><td>0.45</td><td>0.12</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>60946</td><td>A2T3</td><td>0.8</td><td>0.03</td><td>1.51</td><td>0.46</td><td>0.11</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>60947</td><td>A3T4</td><td>0.8</td><td>0.05</td><td>1.66</td><td>0.46</td><td>0.13</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>60948</td><td>A4T6</td><td>0.7</td><td>0.06</td><td>1.85</td><td>0.46</td><td>0.12</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>60949</td><td>A5T2</td><td>0.6</td><td>0.04</td><td>1.70</td><td>0.46</td><td>0.13</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>60950</td><td>A6T5</td><td>0.8</td><td>0.03</td><td>1.44</td><td>0.46</td><td>0.12</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>60951</td><td>B1T4</td><td>0.7</td><td>0.03</td><td>1.51</td><td>0.44</td><td>0.11</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>60952</td><td>B2T6</td><td>0.8</td><td>0.03</td><td>1.48</td><td>0.50</td><td>0.13</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>60953</td><td>B3T2</td><td>0.8</td><td>0.03</td><td>1.52</td><td>0.47</td><td>0.12</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>60954</td><td>B4T1</td><td>0.7</td><td>0.04</td><td>1.70</td><td>0.47</td><td>0.13</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>60955</td><td>B5T5</td><td>0.8</td><td>0.04</td><td>1.45</td><td>0.50</td><td>0.11</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>60956</td><td>B6T3</td><td>0.7</td><td>0.03</td><td>1.44</td><td>0.48</td><td>0.11</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>60957</td><td>C1T4</td><td>0.6</td><td>0.04</td><td>1.30</td><td>0.49</td><td>0.12</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>60958</td><td>C2T1</td><td>0.7</td><td>0.03</td><td>1.36</td><td>0.48</td><td>0.12</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>60959</td><td>C3T3</td><td>0.8</td><td>0.05</td><td>1.40</td><td>0.51</td><td>0.11</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>60960</td><td>C4T2</td><td>0.8</td><td>0.03</td><td>1.51</td><td>0.48</td><td>0.11</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>60961</td><td>C5T5</td><td>0.9</td><td>0.03</td><td>1.77</td><td>0.50</td><td>0.12</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>60962</td><td>C6T6</td><td>1.0</td><td>0.03</td><td>1.49</td><td>0.49</td><td>0.11</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	No. Laboratorio	Identificación	Concentración %						ppm						Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre	Boro	Zinc	Cobalt	Hierro	Manganeso	60945	A1T1	0.7	0.04	1.49	0.45	0.12							60946	A2T3	0.8	0.03	1.51	0.46	0.11							60947	A3T4	0.8	0.05	1.66	0.46	0.13							60948	A4T6	0.7	0.06	1.85	0.46	0.12							60949	A5T2	0.6	0.04	1.70	0.46	0.13							60950	A6T5	0.8	0.03	1.44	0.46	0.12							60951	B1T4	0.7	0.03	1.51	0.44	0.11							60952	B2T6	0.8	0.03	1.48	0.50	0.13							60953	B3T2	0.8	0.03	1.52	0.47	0.12							60954	B4T1	0.7	0.04	1.70	0.47	0.13							60955	B5T5	0.8	0.04	1.45	0.50	0.11							60956	B6T3	0.7	0.03	1.44	0.48	0.11							60957	C1T4	0.6	0.04	1.30	0.49	0.12							60958	C2T1	0.7	0.03	1.36	0.48	0.12							60959	C3T3	0.8	0.05	1.40	0.51	0.11							60960	C4T2	0.8	0.03	1.51	0.48	0.11							60961	C5T5	0.9	0.03	1.77	0.50	0.12							60962	C6T6	1.0	0.03	1.49	0.49	0.11							RESPONSABLE DMSA [Signature] LABORATORISTA [Signature]
No. Laboratorio			Identificación	Concentración %						ppm																																																																																																																																																																																																																																																										
	Nitrógeno	Fósforo		Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre	Boro	Zinc	Cobalt	Hierro	Manganeso																																																																																																																																																																																																																																																								
60945	A1T1	0.7	0.04	1.49	0.45	0.12																																																																																																																																																																																																																																																														
60946	A2T3	0.8	0.03	1.51	0.46	0.11																																																																																																																																																																																																																																																														
60947	A3T4	0.8	0.05	1.66	0.46	0.13																																																																																																																																																																																																																																																														
60948	A4T6	0.7	0.06	1.85	0.46	0.12																																																																																																																																																																																																																																																														
60949	A5T2	0.6	0.04	1.70	0.46	0.13																																																																																																																																																																																																																																																														
60950	A6T5	0.8	0.03	1.44	0.46	0.12																																																																																																																																																																																																																																																														
60951	B1T4	0.7	0.03	1.51	0.44	0.11																																																																																																																																																																																																																																																														
60952	B2T6	0.8	0.03	1.48	0.50	0.13																																																																																																																																																																																																																																																														
60953	B3T2	0.8	0.03	1.52	0.47	0.12																																																																																																																																																																																																																																																														
60954	B4T1	0.7	0.04	1.70	0.47	0.13																																																																																																																																																																																																																																																														
60955	B5T5	0.8	0.04	1.45	0.50	0.11																																																																																																																																																																																																																																																														
60956	B6T3	0.7	0.03	1.44	0.48	0.11																																																																																																																																																																																																																																																														
60957	C1T4	0.6	0.04	1.30	0.49	0.12																																																																																																																																																																																																																																																														
60958	C2T1	0.7	0.03	1.36	0.48	0.12																																																																																																																																																																																																																																																														
60959	C3T3	0.8	0.05	1.40	0.51	0.11																																																																																																																																																																																																																																																														
60960	C4T2	0.8	0.03	1.51	0.48	0.11																																																																																																																																																																																																																																																														
60961	C5T5	0.9	0.03	1.77	0.50	0.12																																																																																																																																																																																																																																																														
60962	C6T6	1.0	0.03	1.49	0.49	0.11																																																																																																																																																																																																																																																														



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