



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



Componente Práctico Presentado a la Unidad de Titulación como
requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Tema:

“EVALUAR LA EFICIENCIA AGRONÓMICA DE MACRO Y
MICRO ELEMENTOS EN EL CULTIVO DE BANANO, EN LA
ZONA DE BABA, PROVINCIA DE LOS RÍOS”.

Autor:

Sr. William Emanuel Guerrero Monserrate

Tutor:

Ing. Agr. MSc. Álvaro Martín Pazmiño Pérez

Babahoyo - Los Ríos – Ecuador

2016

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación se lo dedico a mi Dios todo poderoso porqué me ha brindado constantemente la fortaleza, capacidad, y sobretodo el amor para que este sueño se haga realidad.

A mis queridos y amados padres Víctor Guerrero Saa y Noemí Monserrate Zapatier por ser mi base fundamental en el transcurso de mi vida profesional quienes han logrado con su infinito amor educarme y guiarme para hacer de mí una mejor persona.

A mis queridos hermanos Raysa, Freddy, Manuel y Dennise por motivarme y brindarme su apoyo para seguir adelante en el transcurso de mi carrera universitaria

AGRADECIMIENTOS

Al culminar mi investigación deseo expresar mis más sinceros agradecimientos a la Universidad Técnica de Babahoyo; Facultad de Ciencias Agropecuarias y a sus distinguidos docentes por brindarme las facilidades, consejos y oportunidades durante el tiempo que realice mis estudios.

Al Ing. Joffre León Paredes Decano de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Al Ing. Oscar Mora Castro Subdecano de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Al Ing. Álvaro Pazmiño Pérez Tutor de mi trabajo de Investigación que me brindo su valioso conocimiento para que se lleve a cabo con éxitos la investigación.

A mis amigos que siempre me brindaron su apoyo incondicional y de una manera desinteresada

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| DEDICATORIA | I |
| AGRADECIMIENTOS..... | II |
| ÍNDICE | III |
| TABLA DE CONTENIDOS..... | V |
| I. INTRODUCCION | 1 |
| 1.1 Objetivos. | 2 |
| 1.1.1 Objetivo General | 2 |
| 1.1.2 Objetivos Específicos | 3 |
| 1.2 Hipótesis..... | 3 |
| II REVISION DE LITERATURA | 4 |
| III MATERIALES Y METODOS | 21 |
| 3.1 Ubicación y descripción del campo experimental..... | 21 |
| 3.2 Material genético | 22 |
| 3.3 Tratamientos | 22 |
| 3.4 Métodos..... | 22 |
| 3.5 Diseño experimental | 23 |
| 3.6 Manejo del ensayo | 23 |
| 3.6.1 Análisis de suelo | 24 |
| 3.6.2 Control de malezas | 24 |
| 3.6.3 Riego..... | 24 |
| 3.6.4 Control fitosanitario | 24 |
| 3.6.5 Fertilización | 25 |
| 3.6.6 Deshije | 25 |
| 3.6.7 Deshoje..... | 25 |
| 3.6.8 Enfunde..... | 26 |
| 3.6.7 Amarre | 26 |
| 3.6.8 Apuntalamiento | 26 |
| 3.6.9 Edad del racimo | 27 |
| 3.6.10 Grado de corte | 27 |

| | |
|--|-----------|
| 3.6.11 Cosecha | 27 |
| 3.7 Datos tomados y forma de evaluación | 28 |
| 3.7.1 Perímetro del tallo | 28 |
| 3.7.2 Altura de la aparición de la bellota | 28 |
| 3.7.3 Ritmo de emisión foliar | 28 |
| 3.7.4 Peso del racimo..... | 29 |
| 3.7.5 Peso del raquis..... | 29 |
| 3.7.6 Manos por racimo..... | 29 |
| 3.7.7 Dedos por manos | 29 |
| 3.7.8 Peso de manos | 29 |
| 3.7.9 Cajas por racimo (Ratio)..... | 30 |
| 3.7.10 Cajas por hectárea | 30 |
| 3.7.11 Merma | 30 |
| 3.7.12 Análisis económico..... | 30 |
| IV. RESULTADOS..... | 31 |
| 4.1 Perímetro de pseudotallo..... | 31 |
| 4.2 Número de hojas por planta..... | 38 |
| 4.3 Altura de aparición de la bellota..... | 47 |
| 4.4 Manos por racimo | 47 |
| 4.5 Dedos por mano | 50 |
| 4.6 Peso del racimo | 50 |
| 4.7 Peso del raquis..... | 53 |
| 4.8 Peso de manos..... | 53 |
| 4.9 Merma | 54 |
| 4.10 Cajas por racimo | 54 |
| 4.11 Cajas por hectárea | 55 |
| 4.12 Análisis económico..... | 57 |
| V. DISCUSION | 59 |
| VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 63 |
| VII RESUMEN | 66 |
| VIII SUMMARY..... | 69 |
| IX LITERATURA CITADA | 72 |

| | |
|---------------|----|
| X ANEXO | 75 |
|---------------|----|

TABLA DE CONTENIDOS

| | |
|-----------------|----|
| Tabla 1 | 34 |
| Tabla 2.- | 37 |
| Tabla 3.- | 40 |
| Tabla 4.- | 43 |
| Tabla 5.- | 46 |
| Tabla 6.- | 49 |
| Tabla 7.- | 52 |
| Tabla 8.- | 56 |
| Tabla 9.- | 58 |

I. INTRODUCCION

El banano se cultiva en casi todos los países tropicales del mundo, pero a pesar de ser un alimento básico de la dieta de los países en desarrollo, la producción comercial en gran escala está orientada hacia la exportación.

En Ecuador, Se siembran aproximadamente 210.000 hectáreas¹ de banano, destinada mayormente a la exportación a otros países, generando el mayor ingreso de divisas del sector agropecuario. Cabe indicar, que la productividad promedio es de 33 Toneladas métricas/año, es decir 1688 cajas de 19,54 kilogramos.

El bajo rendimiento de fruta por unidad de superficie en comparación a otros países, es el resultado de un mal manejo nutricional, pues se aplican fertilizantes en forma inapropiada. El banano es un cultivo intensivo cuya producción de fruta de calidad es continua durante todo el año, por consiguiente, es indispensable reponer aquellos elementos que son extraídos del suelo por las plantas; siendo necesario realizar análisis de suelo con la finalidad de determinar la deficiencia de cualquier elemento y así proporcionar los elementos que la planta requiere para su normal desarrollo vegetativo y fisiológico, originando incrementos en la

¹ Instituto Nacional de Estadística y Censo, 2015

producción de las frutas y por ende beneficios económicos por unidad de área.

El programa nutricional en el cultivo de banano es específico para cada lugar, pues existe mucha variabilidad en textura y contenido de elementos; por consiguiente, se recomienda tomar una muestra compuesta y proceder al análisis físico y químico del mismo; y para obtener mayor precisión utilizar la nueva tecnología que permita ajustar la aplicación de nutrientes a las necesidades específicas en cada lote, conocida como Manejo de Nutrientes por Sitio Especifico (MNSE), desarrollada por (Garcia, 2009).

Por razones expuestas, se justificó realizar la presente investigación en los suelos de la zona de Baba, Los Ríos (Finca “Cinco Hermanos”), con la aplicación de macro y micronutrientes, evaluándose la eficiencia agronómica por cada elemento, es decir la respuesta en fruto por cada kilogramo de nutriente aplicado; y así poder determinar, el programa equilibrado de fertilización.

1.1 Objetivos.

1.1.1 Objetivo General

Incrementar significativamente el rendimiento de fruta por hectárea en el cultivo de banano.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Evaluar la eficiencia agronómica de los macro y microelementos en el cultivo de banano.

- Determinar el programa de fertilización apropiado para maximizar el rendimiento y calidad de frutos.

- Análisis económico del rendimiento de fruto en base al costo de los tratamientos.

1.2 Hipótesis

Con la aplicación de un equilibrado programa nutricional, se incrementaría el rendimiento de fruto en el cultivo de banano.

II REVISION DE LITERATURA

El banano es una planta herbácea perenne gigante, que alcanza de 3.5 a 7.5 metros de altura y cuyo tallo consiste en un cilindro formado por los peciolos de las hojas, los cuales están dispuestos en forma de espiral, de diverso tamaño, su color es verde, de 1.5 a 3 m de largo. El tallo verdadero es un rizoma grande, almidonosa, subterráneo, que esta coronado por yemas. La inflorescencia tiene forma de racimo, es largo y pedunculado, al principio se sostiene erecto u oblicuamente, pero se dobla hacia abajo a medida que crece. Está cubierto con brácteas de color oscuro, grandes, dispuestas en forma de espiral, la yema forma una terminal grande, en forma de cono en el tallo de la flor. Las primeras manos de la inflorescencia que florecen, constan enteramente de flores femeninas, seguidas por racimos de flores perfectas, y finalmente racimos de flores masculinas, el número relativo de cada tipo dependen de la variedad. A la madurez un racimo puede contener de 5 a 10 manos, cada uno con 2 a 20 frutos color amarillo verdoso, amarillo, amarillo – rojizo o rojo según la variedad, (Banascopio, 2010).

Los bananos son esencialmente plantas de regiones tropicales, donde los climas son húmedos y cálidos; estos climas se presentan en la zona comprendida entre 30⁰ N y 30⁰ S del Ecuador. Las regiones más recomendables para el cultivo del banano, son aquellas donde se da una

alta intensidad lumínica en el día y lluvia por la noche. La temperatura ideal para el banano es de 25 °C aunque puede cultivarse entre 18.5 y 35 °C. Cuando existen temperaturas bajas, se reduce el espacio entre las vainas del pseudotallo, lo que da una apariencia de roseta a la corona foliar de la planta, esto recibe el nombre de arrepollamiento en Costa Rica. (Zavala, 2012).

El viento es quizás uno de los factores climáticos más perjudiciales para el cultivo de banano, ya que la planta posee un pseudotallo y un fruto muy pesado y un sistema foliar muy grande (30000 a 38000 m² por hectárea), pero tiene un anclaje radicular deficiente. Las plantaciones de banano no deben de establecerse en regiones donde existe el riesgo de viento de más de 20 km/hora. El consumo promedio diario de agua por planta es de 25 litros si el día es soleado, de 18 litros en días semicubiertos, y de 9.5 litros en días completamente nublados; así, un banano requerirá alrededor de 6 mm de agua diaria, en condiciones de insolación permanente. Una precipitación regular de 150 a 180 mm por mes es suficiente para suplir el agua necesaria al cultivo de banano, sin tomar en cuenta las pérdidas por evaporación y percolación. (Zavala, 2012)

Ensayos realizados por (Espinoza, 2002), demuestran que la planta de banano aprovecha los nutrientes en el suelo desde poco después del transplante hasta el inicio de la floración. Después de la diferenciación

floral la planta sostiene su crecimiento y llena el racimo con los nutrientes almacenados en la planta. Por esta razón, en el manejo de fertilizantes se recomienda aplicar nutrientes a la planta hasta un poco antes de la floración, para luego concentrar los esfuerzos en el hijo de sucesión. Se ha estudiado también la forma de aplicar los nutrientes y se ha demostrado que la mejor opción, dentro de varios tratamientos, ha sido la de colocar el fertilizante frente al hijo de sucesión en un área concentrada de 3 – 60 cm. Esta forma de colocación del fertilizante funciona razonablemente bien con respecto a la nutrición de la planta, pero tiene inconvenientes cuando concentra mucho fertilizante en un área muy pequeña frente al hijo de sucesión. Esto causa problemas de acidificación y alta concentración de sales que potencialmente pueden afectar la calidad del suelo.

Según (Brouder, 1999). Indica que la variabilidad espacial del campo es un factor que limita severamente los rendimientos. Cuando se dividen los lotes para muestreo tradicional se asume que cada lote es uniforme pero en realidad la variabilidad intrínseca es muy grande y lamentablemente no se dimensiona con esta forma de muestreo. Un factor importante en la variabilidad antropogénica es la distribución de fertilizante, la diferente remoción de nutrientes causada por diferentes tipos de cultivos y rotaciones y el efecto significativo de la erosión.

El nitrógeno es responsable del crecimiento vegetativo de la planta y en la producción de los frutos, debe aplicarse fraccionado en tres partes, 30% de la dosis anual, cuando la planta haya emitido su primera hoja; la segunda aplicación 50%, cuando la planta haya emitido 10 hojas y la tercera aplicación 20% de la dosis, en el momento en que la planta haya emitido 20 hojas. El fósforo es necesario en la primera edad de la planta, para su mejor desarrollo radicular y después en la etapa de floración. El potasio es impactante en la calidad de los frutos, aumenta la resistencia al frío y a la sequía, se aplica en tres partes al igual que el nitrógeno. Su deficiencia, muestra hojas con necrosis en su ápice y clorosis en su base; el exceso hace que sus tejidos sean frágiles y ocasiona el rompimiento del raquis del racimo y su caída. (Vega, 2011).

El nitrógeno es esencial en la formación de proteínas, aminoácidos, ácidos nucleicos. En banano, el nitrógeno origina una planta vigorosa y fruta grande y bien formada. La deficiencia ocasiona un crecimiento lento, pequeña, hojas amarillas y fruta pequeña. Los niveles óptimos en la hoja son 2.5 – 3 %. Los suelos con alto contenido de materia orgánica por lo general requieren menos N (>8 % M.O.) pero siempre requieren nitrógeno, esto ha sido una de las mayores limitantes de la producción orgánica de banano a nivel de exportación. Se requiere de 350 – 600 kg N/ha/año dependiendo de la textura del suelo; los suelos arenosos requieren más N y aplicado a más frecuencia, (Gauggel, 2010).

El fósforo es esencial en almacenar energía como fitina en semillas y frutos y constituye moléculas orgánicas como los fosfolípidos de la membrana celular, lipoproteínas, etc. El banano requiere cantidades relativamente pequeñas de P puesto que hay una gran transferencia de la madre al hijo, nieto, etc. Y las deficiencias de este elemento son raras después de la primera germinación. Los niveles foliares óptimos son entre 0.25 – 0.30 %. El P es esencial en el establecimiento de la plantación (plantilla) y su aplicación es necesaria a este estado pero dando la transferencia de madre a hijo, etc. su aplicación posterior es cuestionable. Las dosis dependen del tipo de suelos, en suelos calcáreos y arcillosos, se requieren entre 75 a 150 kg de P/ha. En suelos ácidos como ultisoles y oxisoles también se requieren dosis altas. En suelos francos, franco – arenosos y con pH de ligeramente ácido a neutro mensualmente se requiere 50kg de P/ha. (Gauggel, 2010).

Según (Scott, 2009). El fósforo y el potasio son retenidos por el suelo y pueden, por esta razón, impactar el rendimiento de los cultivos y la fertilidad del suelo por varios años después de la aplicación. Este impacto se denomina efecto “residual”. En consecuencia, la eficiencia de una aplicación puede evaluarse para un solo ciclo de cultivo o para varios. La evaluación adecuada de los efectos residuales requiere de periodos largos para capturar de forma adecuada el real impacto del proceso, (Curtin, 2009). La eficiencia agronómica (EA), considera cuanto

incremento en rendimiento se logra por unidad de nutriente aplicado, se define como:

$$EA = (R - R_0)/D$$

Dónde:

R es el rendimiento fertilizado (kg/ha), R_0 es el rendimiento sin fertilizar (kg/ha) y D es la dosis del nutriente aplicado (kg/ha), por esta razón, la EA es una expresión sin unidades.

El potasio es el elemento de mayor demanda en el cultivo de banano, se estima que para un rendimiento de 50 toneladas de fruto, el cultivo absorbe 1960 kg/ha de K_2O . La deficiencia de K tiene un marcado efecto en la producción; un bajo suministro de K induce al retraso en la floración, menor número de racimos y manos, y especialmente una reducción en el tamaño de la fruta. Así mismo, tiene un efecto considerable en la resistencia del banano a las plagas y en la calidad de la fruta. La nutrición óptima con K incrementa la cantidad de sólidos solubles, el contenido de vitamina C, el color de los frutos, la duración de corteza después de la cosecha y la resistencia a Sigatoka. (Banasanti, 2009).

(Final, 2004). Evaluaron el efecto de tres fuentes de nitrógeno (Urea, Sulfato de Amonio y Nitrato de Amonio), dos dosis de aplicación (150 y 300 kg N/ha/año), y un testigo 0 kg N/ha/año, en tres ciclos de aplicación sobre la producción y calidad del banano, durante tres generaciones (plantas madres, hijas y nietos). Los resultados obtenidos a través del análisis de varianza y las pruebas medias indican que no hubo efectos significativos para fuente, dosis ni la interacción de estos para los diferentes variables medidas, se encontró efecto significativo para generación. Los mayores valores fueron obtenidos por la tercera generación, siendo estos: peso del racimo 45,5 kg; ratio 2,8; dedos por manos 24, dedos por racimo 229,53; manos por racimo 11,94; diámetro de los dedos centrales de la segunda mano 45,88 grandes y largo (cm) de los dedos centrales de la segunda y última mano 28.46 y 29.71, respectivamente.

El manejo por sitio específico busca identificar y cuantificar la variabilidad espacial presente en la finca, para luego determinar el impacto de esta variabilidad en el rendimiento. Una vez que se entiende el efecto de la variabilidad se pueden determinar las estrategias que permitan manejarla de modo que se incrementen los rendimientos, se mejore la rentabilidad y reduzca el potencial impacto ambiental en la actividad. En el manejo por sitio específico, la búsqueda de rendimientos alto continúa siendo la fuerza de empuje más aun, el rendimiento permite cuantificar la variabilidad ya que el rendimiento es el indicador biológico

que integra el impacto acumulado del recurso natural, los insumos utilizados, el clima y el manejo. El manejo por sitio específico considera la respuesta en rendimiento a cada uno de los factores antes mencionados y a su interacción. Por esta razón, uno de los puntales del manejo por sitio específico en la medición exacta de los rendimientos obtenidos en cada uno de los lotes de la finca, (Espinoza, 2002).

(Gauggel, 2010). Indican que con base en una revisión completa de la literatura hecha por (Syers, 2010) sobre la eficiencia de uso del fósforo en una amplia variedad de sistemas de cultivo, tipos de suelos y climas, se observó que la recuperación (eficiencia) del fosforo aplicado como fertilizante más el fósforo residual frecuentemente estaba entre 50 y 90 % cuando se mide con un método adecuado y en una apropiada etapa de tiempo. El porcentaje de recuperación de un nutriente, X, frecuentemente se calcula por el método de la diferencia:

$$\text{Recuperación (\%)} = \frac{\text{Absorción del cultivo sin X}}{\text{Cantidad de X aplicada}} \times 100$$

Este método es generalmente apropiado para determinar la recuperación del nitrógeno aplicado con los fertilizantes, pero su uso es más limitado para fósforo y potasio.

(Gauggel, 2010), propusieron otro método para medir la eficiencia de uso de fósforo, que se denominó “Método del Balance” en el cual el porcentaje de recuperación del fósforo aplicado se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Recuperación (\%)} = \frac{\text{Remoción de fósforo por el cultivo}}{\text{Fósforo aplicado}} \times 100$$

Este método tiene la ventaja de que toma en cuenta la recuperación del fósforo de las reservas del suelo y que no necesita una parcela central sin aplicación de fósforo.

El potasio es esencial en el banano para mantener la planta hidratada y regular la apertura de los estomas; en la acumulación y translocación de carbohidratos sintetizados nuevos e importante en la síntesis de la celulosa; se puede decir que es uno de los elementos más importantes en la nutrición del banano. La carencia de K resulta en fruta de bajo peso, corta, delgada y muy susceptible a la madurez temprana. La deficiencia de K es quizás el factor nutricional que más daño causa a la industria bananera a nivel internacional. Los niveles foliares óptimos están entre 3.5 y 4.0 %, habiendo grandes beneficios en mantenerlos alrededor de 4 % principalmente donde se presenta estreses hídricos y bajas temperaturas. (Gauggel, 2010).

Estudios realizados en 19 países productores de banano permitieron conocer que las dosis de fertilizante recomendada alcanzaría a 211 kg/ha N/ha/año, 35 kg P/ha/año y 323 kg/ha K/ha/año. Se sugiere que para lograr máximos rendimientos, se deberían duplicar estas dosis. El estado nutricional en los estadios temprano de desarrollo, especialmente de potasio, es muy importante ya que determinaría el rendimiento de los frutos. La alta dosis de remoción de K en la fruta del banano, requiere de un buen suplemento aún cuando el suelo tenga niveles que podrían considerarse altos. Esta alta demanda de K va asociada a variaciones de sitio con respuestas y recomendaciones variables y específicas. Así, se recomienda desde un mínimo de 500 kg/ha de K_2O cuando el nivel de este nutriente en el suelo es de alrededor de 0.5 meq/100g o bien, como los resultados de los trabajos realizados en Costa Rica donde la mejor respuesta económica se consigue con dosis que varían entre 600 y 675 kg/ha de K_2O /ha/año, aún en suelos con relativo alto contenido de K, (Figuroa, 2009).

Los cultivos no solamente difieren en su requerimiento total de K y su habilidad para tolerar deficiencias de K sino que hay también importantes diferencias de cuando el K es necesario y la tasa a la cual debe ser suministrado. En todo caso, las características de remoción diaria de K de los cultivos son tan importantes como la necesidad total de K. El cultivo de banano para un rendimiento de 40 toneladas por hectárea

año, remueve del suelo 250kg de N; 60kg de P₂O₅; 1000 kg de K₂O; 140 kg de MgO y 15 kg de S por hectárea. (Instituto de la Potasa y el Fosforo S.F.P., 2008)

El nitrógeno y el potasio, ayudan a la planta a potenciar sus hojas, el crecimiento del pseudotallo y del puyón, maximiza la floración y el desarrollo de la fruta. El fósforo ayuda a la planta para su crecimiento y enraizado. El calcio es necesario para el desarrollo de raíces, hojas y yemas. El magnesio ayuda al crecimiento, incrementando el número de manos y peso de fruto. Los síntomas por deficiencia de elementos mayores o macronutrientes son:

- ✓ Los peciolos y el pseudotallo presenta una coloración rojiza.
- ✓ Se presenta una necrosis terminal en forma de sierra en las hojas adultas, las hijas también presentan una coloración verde intensa-
- ✓ Amarillamiento y enrollamiento hacia dentro de la hoja bajera, formación de hojas pequeñas, el color verde al inicio de la formación de éstas, se torna amarillo naranja, incidiendo dicha clorosis por el ápice.

- ✓ Quemadura marginal en las hojas jóvenes, engrosamiento de las nervaduras secundarias.

- ✓ Amarillamiento o clorosis del borde de las hojas adultas.

- ✓ Aparición de una clorosis verde – amarilla, acentuándose más en un limbo que el otro, (Banasanti, 2009).

(Chavez, 2013). Evaluó el efecto de la aplicación de tres dosis de potasio en banano, bajo dos sistemas de labranza en suelos ricos en potasio, en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; en base al análisis de los resultados experimentales concluye: 1.- Suelos con alto contenido de K requieren de altas dosis de K en el cultivo de banano ya que el suelo no supe la demanda de este elemento en este cultivo; 2.- El tratamiento de 900 kg/ha de K_2O aplicado como KCl presentó una mejor respuesta en número de hojas, altura, diámetro del pseudotallo en banano subsolado y no subsolado; 3.- Se absorbe menos B en el suelo donde se realizó subsoleo, mientras que en suelo subsolado se absorbe mejor el B; 4.- Los niveles de Zn en suelos son adecuados al igual que los foliares, el incremento de K hasta 600 kg/ha de K_2O favorece la absorción de Zn y dosis mayores lo deprimen.

El azufre, es de gran importancia en proteínas y aminoácidos; su carencia se expresa en los estadios tempranos del cultivo como clorosis

de las hojas jóvenes. Esta clorosis desaparece unos 40 días antes de la emisión floral. Los niveles foliares óptimos están en el rango de 0.25 a 0.35 %. A pesar que la clorosis de las hojas jóvenes desaparece, el efecto de su carencia se observa en el rendimiento, esto puede decrecer un 20 % de su máximo potencial. Su carencia es común en suelos arenosos y bajos en materia orgánica (<3 % M.O); es recomendable aplicar 29 – 30 kg de S/ha/año, (Gauggel, 2010).

Los mismos autores sostienen que el zinc es esencial en muchas actividades de la planta, por ejemplo la actividad de la anhidrasa carbónica depende del zinc. Su carencia resulta un fruto con los dedos superiores deformes y fruta corta y racimos en general de bajo peso. Casi toda la mayoría de los suelos bananeros del Caribe, Centro América y Sur América contienen niveles bajos de zinc. Los niveles foliares óptimos son entre 20 y 35 mg/kg. Las aplicaciones edáficas oscilan entre 15 – 35 kg/ha/año de sulfato de zinc. Es de mucha importancia en el manejo del zinc, 1 – 4 kg/ha/año o quelatos y metalosatos de Zn.

En contraste con el Fe, Mn, Cu y Mo, el Zn es un elemento de transición que no está sujeto a cambios de valencia y está presente en las plantas solamente con Zn (II). El elemento funciona principalmente como catión divalente en metaloenzimas, algunos de los cuales ligan las enzimas y sus correspondientes sustratos, mientras que en otros casos, el Zn forma complejos tetrahídricos con el N y el O, y particularmente

ligados de S en una variedad de compuestos orgánicos. Existe cada vez más evidencia de que el Zn, al mantener la estructura e integridad de la membrana y el control de la permeabilidad, también protege la planta contra varios agentes patógenos. En plantas con deficiencias de este micronutriente, las membranas pierden sus características de permeabilidad de tal modo que los carbohidratos y los aminoácidos son liberados, atrayendo agentes patógenos e insectos tanto hacia las raíces y nuevos brotes. (Kirk, 2008).

La función del boro está relacionada al crecimiento meristemático, diferenciación celular, maduración, división y elongación; su contenido óptimo foliar oscila entre 20 a 30 mg/kg. Casi todos los suelos dedicados al cultivo del banano en el continente son carentes de B de mayor a menor grado. Su carencia requiere de aplicaciones preferentemente foliares a ácido bórico en menor de 0.5 – 1 kg/ha/año o se edáfico la aplicación de 4 – 6 kg de borox/ha/año dependiendo de la severidad de la deficiencia y los niveles del suelo. (Gauggel, 2010)

(Kirk, 2008). Indican que las funciones en las que se piensa que participa el boro incluyen el transplante de azúcares, lignificación de la pared celular, metabolismo de los carbohidratos, metabolismo del ARN, respiración, metabolismo del AIA, metabolismo de los fenoles, función de la membrana, fijación de N₂, metabolismo de ascorbato y disminución de la toxicidad de aluminio.

En los cultivos de banano en el Ecuador se ha determinado que los elementos minerales indispensables que deben de ser aplicados al suelo son el nitrógeno y el potasio. La fertilización debe de ser adecuada y la cantidad de fertilizantes varía de acuerdo a los requerimientos de las diferentes zonas o regiones. El fertilizante debe ser aplicado en la zona de máxima absorción, es decir, más o menos desde la base de la planta hasta un metro hacia afuera en un semicírculo y alrededor del hijo relacionado para producción. Para realizar una fertilización racional y completa, que es lo que exige el banano, debido a sus características tan especiales de crecimiento, las cantidades de fertilizantes deben de ser distribuidas en 12 aplicaciones por año, tomando en cuenta la disponibilidad del riego y el número de labores de cultivo. En cultivos sin riego se deben de realizar 2 o 3 aplicaciones por año en las siguientes temporadas: la primera diciembre y enero; segunda, mayo y junio; tercera, octubre para aprovechar las garúas. Las dosis de fertilizante y el tipo dependerá del análisis foliar y de suelos; sin embargo, lo ideal es aplicar 16 – 18 sacos de urea/ha/año; 20 sacos de nutrientes de potasio; 2-4 sacos de DAP/ha/año y 2-4 sacos de Sulpomag/ha/año. (Banascopio, 2010).

En el cultivo de banano, el nitrógeno es responsable del crecimiento vegetativo de la planta y en la producción de frutos, debe aplicarse fraccionando en 3 partes; la primera equivalente al 30 % de la

dosis anual establecidas, cuando la planta haya emitido su primera hoja (15 a 30 días después de la siembra); la segunda aplicación 50 % de la dosis, cuando la planta haya emitido 10 hojas (2 meses y medio después de la primera aplicación) y la tercera equivalente al 20 % de la dosis, en el momento que la planta haya emitido 20 hojas, es decir cuatro meses y medio, después del transplante. El fósforo, es necesario para el desarrollo radicular y después en la etapa de floración; se aplica la dosis total en las dos primeras aplicaciones; con la recomendación que ésta se realice alrededor de la planta madre y durante el desarrollo de la plantación; teniendo en cuenta su residualidad y baja asimilación. El potasio es importante en la calidad de la fruta, aumenta la resistencia al frío y a la sequía, se aplica fraccionado en tres partes al igual que el nitrógeno; el 30 %, cuando la planta tiene su primera hoja; 50 % a las 10 hojas y el 20 % restante a las 20 hojas. (Universidad Agraria La Molina, 2011).

(Cruz, 2007). Evaluó la eficiencia agronómica y económica de diferentes planes de manejo de la fertilización del banano; T₁ (tradicional productor) 400 – 65 – 800 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O; T₂ (recomendación internacional) 375 – 50 – 600 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O; T₃ (propuesta 1) 350 – 20 – 700 – 10 – 8 – 2 de N-P₂O₅-K₂O-Cu-Fe-Mn; y el T₄ (propuesta 2: tradicional del productor mejorado) 400 – 65 – 800- 10 – 8 – 2 de N-P₂O₅ kg/ha de N-P₂O₅-K₂O-Cu-Fe-Mn; los resultados obtenidos permiten evidenciar que el T₂ presentó mayor eficiencia agronómica que el resto de

los tratamientos. En cambio, el tratamiento 3 (propuesta 1) presentó mayor eficiencia económica.

(Acosta, 2013). Establecieron un ensayo en una plantación de banano con los tratamientos T₁ Testigo absoluto; T₂ zeolita + sulpomag (14g + 28g); T₃ humus 1kg – saturación; T₄ ácido húmico 200g + saturación y T₅ sulfato de potasio 28g + saturación, los resultados obtenidos demuestran que la remoción y volteo del suelo en la “corona” de la planta y la fertilización química y orgánica con humus y ácido húmico, produjo efectos significativos en la formación de hojas visualizado en la fase de emisión de la bellota. El número de manos por racimo se incrementó significativamente con la aplicación de humus y ácido húmico. La fertilización sulfato de potasio no produjo resultados satisfactorios con respecto al testigo absoluto al tratarse del número de manos por racimo. La remoción del suelo incrementó la porosidad, raíces vivas y con esto la actividad de los microorganismos del suelo ligados a la mineralización de la materia orgánica y liberación del nitrógeno.

III MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación y descripción del campo experimental

La presente investigación se realizó en los terrenos de la Finca “Cinco Hermanos” de propiedad del Sr. Víctor Manuel Guerrero Saa, ubicados en la Parroquia Guare, Cantón Baba, Provincia de Los Ríos; con coordenadas geográficas 79°32’ de longitud Oeste y 01°78’ de latitud Sur y una altitud de 9 m.s.n.m.

El clima es de tipo tropical húmedo, con temperatura media anual de 25,4°C; precipitación media de 1609 mm; humedad relativa de 83% de promedio anual y 998.2 horas de heliofanía².

Los suelos son de origen aluvial, textura franco-limosa; topografía plana y buen drenaje.

² Datos tomados de la Estación Meteorológica de la Hacienda “La Julia” 2012.

3.2 Material genético

El ensayo se estableció en una plantación bananera de 15 años de edad, sembrada a 3 m entre hileras y 2.5 m entre plantas, dando una población de 1600 plantas por hectárea. Las plantas sembradas corresponden al subgrupo Cavendish cv. Williams.

3.3 Tratamientos

Los tratamientos estuvieron constituidos por los diferentes niveles de macro y microelementos, detallados a continuación:

Tabla 1.- Tratamientos utilizados

| | kg/ha | | | | | |
|------------------|-------|-------------------------------|------------------|----|----|-----|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | S | Zn | B |
| T ₁ | 350 | 40 | 120 | 35 | 1 | 1.5 |
| T ₂ | 0 | 40 | 120 | 35 | 1 | 1.5 |
| T ₃ | 350 | 0 | 120 | 35 | 1 | 1.5 |
| T ₄ | 350 | 40 | 0 | 35 | 1 | 1.5 |
| T ₅ | 350 | 40 | 120 | 0 | 1 | 1.5 |
| T ₆ | 350 | 40 | 120 | 35 | 0 | 1.5 |
| T ₇ | 350 | 40 | 120 | 35 | 1 | 0 |
| T ₈ * | 64,4 | 0 | 108 | 0 | 0 | 0 |

* Programa de fertilización utilizado en la finca

3.4 Métodos

Se utilizaron los métodos deductivos – inductivos; inductivos – deductivos, y el método experimental.

3.5 Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental “Bloques completos al azar” en tres repeticiones. Cada bloque estuvo constituido por ocho tratamientos, distribuidos aleatoriamente.

La parcela experimental estuvo conformado por 3 hileras de 12.5 m de longitud, separadas a 2.5 m, dando un área de 93.75 m². El área útil de la parcela experimental estuvo determinada por la hilera central, dando un área de 31.25 m².

La separación entre repeticiones fue 2.5 m; no existió separación entre las parcelas experimentales.

Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de varianza; y para las comparaciones de las medias de los tratamientos se empleó la prueba de significativa estadística de Tukey al 95 % de probabilidad.

3.6 Manejo del ensayo

Durante el ensayo se realizaron las labores y prácticas agrícolas que requirió el cultivo, para su normal desarrollo vegetativo y fisiológico.

3.6.1 Análisis de suelo

Previo a iniciación del ensayo, se tomó una muestra compuesta del suelo, procediéndose al análisis físico-químico del mismo.

3.6.2 Control de malezas

Se realizó control químico con Glifosato a razón de 1 lt en 200 lt de agua; además se hizo una deshierba manual.

3.6.3 Riego

El riego fue por aspersión subfoliar; la frecuencia estuvo en función a los requerimientos hídricos del cultivo y humedad disponible del suelo, se dieron 22 mm por semana, por hectárea.

3.6.4 Control fitosanitario

Durante el desarrollo del ensayo, se realizaron ciclos de fumigación con fungicidas para el control de la enfermedad Sigatoka negra, así:

| FECHA | FUNGICIDA | DOSIS |
|------------|------------------|--------|
| 08/01/2015 | IMPULSE+SANAFOL | 6(3+3) |
| 20/01/2015 | OPAL+IMPULSE | 6(3+3) |
| 30/01/2015 | SIGANES+DITHANE | 6(3+3) |
| 12/02/2015 | PALADIUM+SIGANEX | 6(3+3) |
| 24/02/2015 | VOLLEY+DITHANE | 6(2+4) |
| 10/03/2015 | SILVACUR+DITHANE | 5(2+4) |

| | | |
|------------|-----------------------|--------|
| 21/03/2015 | VOLLEY+VONDOZEB | 6(2+4) |
| 02/04/2015 | SOPRAL+DITHANE | 6(2+4) |
| 13/04/2015 | IMPULSE+SILVACUR | 6(2+4) |
| 20/04/2015 | VOLLEY+DITHANE | (2+4) |
| 30/04/2015 | PALADIUM+DITHANE | 6(2+4) |
| 11/05/2015 | VOLLEY+DITHANE | 6(2+4) |
| 22/05/2015 | OPAL+DITHANE | 5(2+3) |
| 04/06/2015 | IMPULSE+DITHANE | 6(2+4) |
| 18/06/2015 | VOLLEY+DITHANE | 6(2+4) |
| 11/07/2015 | SIGANEX+DITHANE+FOLIA | 6(2+4) |
| 24/07/2015 | COMETGOLD | 6(2+4) |
| 07/08/2015 | OPAL+SIGANEX | 6(2+4) |

3.6.5 Fertilización

La fertilización se realizó de acuerdo a los tratamientos ensayados. La aplicación se hizo orientada al hijo de sucesión; formando una franja en media luna de 30 – 50 cm/planta.

3.6.6 Deshije

Se seleccionó cada 6 semanas, en el sistema de producción madre, hijo y nieto con la finalidad de mantener una apropiada población de plantas por hectárea, la selección de hijo se hizo por dirección.

3.6.7 Deshoje

Así mismo, se realizó cada 8 días, con la finalidad de eliminar las hojas secas, viejas y necrosadas debido al daño de insectos y/o enfermedades.

3.6.8 Enfunde

Se realizó inmediatamente después de la aparición de la inflorescencia de las plantas; utilizando funda de polietileno de alta densidad. Esta práctica se lo hizo con el fin de proteger al racimo de los insectos que atacan a la fruta.

3.6.7 Amarre

Esta aparición fue en conjunto con el enfunde; con dicha cinta se realizó el amarre de las fundas plásticas, utilizando dos colores por semana; de lunes a miércoles la cinta presente y de jueves a sábado la cinta futura; esta labor sirve para la edad del racimo a cortarse.

3.6.8 Apuntalamiento

Esta labor se realizó inmediatamente después de la aparición del racimo, con el fin de que las plantas no se viren y se pierdan los racimos. Para el apuntalamiento del racimo, se aplicaron cujes

“cañas” y se realizó una sola vez por semana completando un ciclo/planta.

3.6.9 Edad del racimo

El plan o calendario semanal de corte estuvo constituido por la cinta de 13 semana la cual va a ser barrida y la de semana 11 y 12 fueron primera y segunda calibrada.

3.6.10 Grado de corte

El grado de corte se realizó en forma semanal de acuerdo a las especificaciones de la Empresa Exportadora.

3.6.11 Cosecha

Se realizó en forma manual cuando la fruta logró la calibración recomendada por la Empresa Exportadora.

3.7 Datos tomados y forma de evaluación

3.7.1 Perímetro del tallo

En las plantas que conforman el área útil de la parcela experimental, se midió el perímetro del pseudotallo a la altura de un metro desde el nivel del suelo, su promedio se expresó en centímetros.

3.7.2 Altura de la aparición de la bellota

La altura de planta se evaluó en las mismas plantas que se midió el perímetro del pseudotallo; estuvo determinado desde el nivel del suelo hasta el punto de inserción de la bellota.

3.7.3 Ritmo de emisión foliar

Se contaron el número de hojas por semana en cada planta del área útil de la parcela experimental; luego se promedió.

3.7.4 Peso del racimo

En cinco racimos por parcela experimental, se determinó el peso de cada racimo, su promedio se expresó en kilogramos.

3.7.5 Peso del raquis

En los mismos racimos que se evaluó el peso, se procedió a pesar el raquis, su promedio se expresó en kilogramos.

3.7.6 Manos por racimo

En los racimos que se determinó su peso, se procedió a contabilizar el número de manos, luego se promedió.

3.7.7 Dedos por manos

En los racimos que se evaluaron el número de manos, se procedió a contar el número de dedos por mano, en cada parcela experimental.

3.7.8 Peso de manos

En los racimos que se evaluó el número de manos, se procedió al peso de las manos; su promedio se expresó en kilogramos.

3.7.9 Cajas por racimo (Ratio)

El ratio se determinó en base al número de cajas por racimo cosechado, en cada parcela experimental.

3.7.10 Cajas por hectárea

Con base a los datos de las variables cajas por racimo (Ratio), se determinó el número de cajas exportables por hectárea.

3.7.11 Merma

La merma también llamada desperdicio, es la diferencia entre la fruta aprovechada y la que se queda como rechazo. Para obtener el porcentaje de merma, se procedió a aplicar la siguiente formula:

$A = N^{\circ}$ de racimos cortados por peso promedio

$B =$ Cajas procesadas X 19.54 kg.

$A - B = C$

$C/A = D$

$D \times 100 = \% \text{ Merma.}$

3.7.12 Análisis económico

El análisis económico del rendimiento de fruta se determinó en función al costo de los tratamientos.

IV. RESULTADOS

4.1 Perímetro de pseudotallo

Los valores promedios del perímetro del pseudotallo reproductor, evaluado en las semanas 6, 8, 9 y 11, se presentan en el Cuadro 1. Realizados los análisis de varianza, no se reportó significancia estadística para los tratamientos en las semanas evaluadas; siendo los coeficientes de variación 4,96 %, 5,14 %, 4,89 % y 4,98 %, respectivamente.

Para las comparaciones de las medias de los tratamientos, se aplicó la prueba de Tukey, no existiendo diferencia significativa entre los tratamientos en ninguna de las semanas evaluadas. Así, en la semana N° 6, los promedios fluctuaron de 68,25 cm correspondiente al tratamiento T₈ (Programa de fertilización

utilizado en la hacienda) a 73,57cm del tratamiento (T₃) 350 – 0 – 120 – 35 – 1 – 1,5 kg/ha de N P K S Zn B.

En la semana N^o 8, los promedios variaron de 71,20 cm a 75,67 cm correspondientes a los tratamientos (T₂) 0 – 40 – 120 – 35 – 1 – 1,5 y (T₁) 350 – 40 – 120 – 35 – 1 – 1,5 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B, respectivamente.

En la semana N^o 9, los promedios variaron de 71,30 cm correspondiente al tratamiento (T₂) 0 – 40 -120 – 35 – 1 – 1,5 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B a 75,95 cm del tratamiento (T₃) 350 – 0 – 120 – 35 – 1 – 1,5 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B. Mientras que en la semana N^o 11, los promedios oscilaron de 73,19 cm correspondiente al tratamiento (T₈) 64,4 – 0 – 108 – 0 – 0 – 0 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B.

Tabla 1 Valores promedios del perímetro del pseudotallo, expresados en centímetros, en el ensayo de evaluación de la eficiencia agronómica de macro y microelementos en el cultivo de banano, en la zona de Baba, Provincia de Los Ríos. 2016.

| | kg/ha | | | | | | SEMANAS | | | |
|------------------------------|-------|-------------------------------|------------------|----|----|-----|----------|----------|----------|----------|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | S | Zn | B | 6 | 8 | 9 | 11 |
| T ₁ | 350 | 40 | 120 | 35 | 1 | 1,5 | 73,47 a* | 75,67 a* | 75,76 a* | 77,14 a* |
| T ₂ | 0 | 90 | 120 | 35 | 1 | 1,5 | 69,24 a | 71,20 a | 71,30 a | 73,39 a |
| T ₃ | 350 | 0 | 120 | 35 | 1 | 1,5 | 73,57 a | 74,95 a | 75,95 a | 76,49 a |
| T ₄ | 350 | 40 | 0 | 35 | 1 | 1,5 | 70,95 a | 73,53 a | 73,21 a | 75,39 a |
| T ₅ | 350 | 40 | 120 | 0 | 1 | 1,5 | 70,76 a | 73,96 a | 74,9 a | 76,96 a |
| T ₆ | 350 | 40 | 120 | 35 | 0 | 1,5 | 71,73 a | 74,81 a | 75,69 a | 76,81 a |
| T ₇ | 350 | 40 | 120 | 35 | 1 | 0 | 68,89 a | 71,77 a | 73,22 a | 75,44 a |
| T ₈ | 64,4 | 0 | 108 | 0 | 0 | 0 | 68,25 a | 71,67 a | 71,76 a | 73,19 a |
| Promedio | | | | | | | 70,83 | 73,45 | 73,97 | 75,6 |
| Coeficiente de variación (%) | | | | | | | 4,96 | 5,14 | 4,89 | 4,98 |

*Promedios con una misma letra en cada columna, no difieren significativamente, según prueba de Tukey al 95 % probabilidad.

Los promedios generales de los tratamientos, se incrementó de semana a semana, con perímetros de 70,83; 73,45; 73,97 y 75,6cm correspondiente a las semanas 6, 8, 9 y 11 respectivamente.

En el Cuadro 2, se registran los valores promedios del perímetro del pseudotallo reproductor, evaluados en las semanas 13, 18 y 23. Los análisis de varianza reportaron significancia estadística para repeticiones, no así para los tratamientos; cuyos coeficientes de variación fueron 5,77 %, 6,05 % y 6,32 %, respectivamente.

En la semana N° 13, la prueba de Tukey determinó igualdad estadística entre los tratamientos, cuyos promedios variaron de 72.48cm correspondiente al tratamiento (T₂) 0 – 40 – 120 – 35 – 1 – 1,5 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B a 77.84cm del tratamiento (T₇) 350 – 40 – 120 – 35 – 1 – 0 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B. En la semana N° 18, los promedios oscilaron de 72,83cm del tratamiento (T₂) 0 – 40 – 120 – 35 – 1 – 1,5 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B a 77.4 cm del tratamiento (T₇) 350 – 40 – 120 – 35 – 1 – 0 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B, siendo iguales estadísticamente. Así mismo, en la semana N° 23, la prueba de Tukey, determinó igualdad estadística entre los tratamientos; cuyos promedios fluctuaron de 73,74 cm del tratamiento (T₂) 0 – 40 – 120 – 35 – 1 – 1,5 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B a 78,37 cm del tratamiento (T₇) 350 – 40 – 120 – 35 – 1 – 0 de N P₂O₅ K₂O S Zn B.

Las medias generales de los tratamientos fueron 75,61; 75,32 y 76,48 cm correspondientes a las semanas 13; 18 y 23, respectivamente.

Tabla 2.- Valores promedios del perímetro del pseudotallo, expresados en centímetros, en el ensayo de evaluación de la eficiencia agronómica de macro y microelementos en el cultivo de banano, en la zona de Baba, Provincia de Los Ríos. 2016.

| | kg/ha | | | | | | SEMANAS | | |
|------------------------------|-------|-------------------------------|------------------|----|----|-----|----------|----------|----------|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | S | Zn | B | 13 | 18 | 23 |
| T ₁ | 350 | 40 | 120 | 35 | 1 | 1,5 | 76,37 a* | 75,55 a* | 77,77 a* |
| T ₂ | 0 | 90 | 120 | 35 | 1 | 1,5 | 72,48 a | 72,83 a | 73,747 a |
| T ₃ | 350 | 0 | 120 | 35 | 1 | 1,5 | 75,67 a | 77,07 a | 77,15 a |
| T ₄ | 350 | 40 | 0 | 35 | 1 | 1,5 | 75,71 a | 74,27 a | 74,97 a |
| T ₅ | 350 | 40 | 120 | 0 | 1 | 1,5 | 77,00 a | 75,45 a | 78,23 a |
| T ₆ | 350 | 40 | 120 | 35 | 0 | 1,5 | 75,99 a | 76,34 a | 77,48 a |
| T ₇ | 350 | 40 | 120 | 35 | 1 | 0 | 77,84 a | 77,40 a | 78,37 a |
| T ₈ | 64,4 | 0 | 108 | 0 | 0 | 0 | 73,86 a | 73,67 a | 74,11 a |
| Promedio | | | | | | | 75,61 | 75,32 | 76,48 |
| Coeficiente de variación (%) | | | | | | | 5,77 | 6,05 | 6,32 |

*Promedios con una misma letra en cada columna, no difieren significativamente, según prueba de Tukey al 95 % probabilidad.

4.2 Número de hojas por planta

Los valores promedios del número de hojas por planta del banano; evaluados en las semanas 6, 7, 8 y 9, se muestran en el Cuadro 3.

En la semana N° 6 y 7, los análisis de varianza no detectaron significancia estadística para los tratamientos, cuyos coeficientes de variación fueron 5,06 % y 5,08 % respectivamente.

En la semana N° 6, los promedios variaron de 10,29 hojas por planta correspondiente al tratamiento (T₃) 350 – 0 – 120 – 35 – 1 – 1,5 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B a 11,86 hojas por planta del tratamiento (T₇) 350 – 40 – 120 – 35 – 1 – 1.5 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B, sin existir diferencia estadística entre los tratamientos.

Así mismo a la semana N° 7, la prueba de Tukey determinó igualdad estadística entre los tratamientos, cuyos promedios oscilaron de 10,29 a 11,86 hojas por planta, correspondientes a los tratamientos (T₃) 350 – 0 – 120 – 35 – 1 – 1,5 y (T₇) 350 – 40 – 120 – 35 – 1 – 0 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B, respectivamente.

En la semana N° 8, la prueba de Tukey determinó que el tratamiento (T₇) 350 – 40 – 120 – 35 – 1 – 1,5 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B con promedio 11,21 hojas por planta sea superior y diferente estadísticamente a los restantes tratamientos. Mientras que los tratamientos (T₃) 350 – 0 – 120 – 35 – 1 – 1,5 y (T₄) 350 –

40 – 0 – 35 – 1 – 1,5 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B, presentaron los promedios más bajos de 10,06 y 10,17 hojas por planta, sin diferir significativamente entre sí, pero si con los restantes tratamientos.

Tabla 3.- Valores promedios del número de hojas por planta, en el ensayo de evaluación de la eficiencia agronómica de macro y microelementos en el cultivo de banano, en la zona de Baba, Provincia de Los Ríos. 2016.

| | kg/ha | | | | | | SEMANAS | | | |
|------------------------------|-------|-------------------------------|------------------|----|----|-----|----------|----------|-----------|-----------|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | S | Zn | B | 6 | 7 | 8 | 9 |
| T ₁ | 350 | 40 | 120 | 35 | 1 | 1,5 | 10,89 a* | 10,89 a* | 10,56 ab* | 10,56 ab* |
| T ₂ | 0 | 90 | 120 | 35 | 1 | 1,5 | 10,83 a | 10,83 a | 10,20 ab | 10,25 ab |
| T ₃ | 350 | 0 | 120 | 35 | 1 | 1,5 | 10,29 a | 10,29 a | 10,06 b | 10,06 b |
| T ₄ | 350 | 40 | 0 | 35 | 1 | 1,5 | 10,67 a | 10,67 a | 10,17 b | 10,17 ab |
| T ₅ | 350 | 40 | 120 | 0 | 1 | 1,5 | 11,60 a | 11,55 a | 10,85 ab | 10,85 ab |
| T ₆ | 350 | 40 | 120 | 35 | 0 | 1,5 | 10,91 a | 10,91 a | 10,50 ab | 10,50 ab |
| T ₇ | 350 | 40 | 120 | 35 | 1 | 0 | 11,86 a | 11,86 a | 11,21 a | 11,21 a |
| T ₈ | 64,4 | 0 | 108 | 0 | 0 | 0 | 11,19 a | 11,19 a | 10,66 ab | 10,70 ab |
| Promedio | | | | | | | 11,03 | 11,02 | 10,53 | 10,54 |
| Coeficiente de variación (%) | | | | | | | 5,06 | 5,08 | 3,38 | 3,47 |

*Promedios con una misma letra en cada columna, no difieren significativamente, según prueba de Tukey al 95 % probabilidad.

En la semana N° 9, el tratamiento (T₇) 350 – 40 – 120 – 35 – 1 – 1,5 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B con 11,21 hojas por planta, fue superior y diferente estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que el tratamiento (T₃) 350 - 0 – 120 – 35 – 1 – 1,5 kg/ha N P₂O₅ K₂O, fue el de menor promedio 10,06 hojas por planta; difiriendo con los demás tratamientos, los cuales se comportaron iguales estadísticamente.

Los valores promedios del número de hojas por planta evaluadas en las semanas 10, 11 y 12 del presente año, se muestran en el Cuadro 4.

Realizados los análisis de varianza, no se reportó significancia estadística para las repeticiones y tratamientos; cuyos coeficientes de variación fueron 3,91 %, 5,2 % y 6,59 %, respectivamente.

En la semana N° 10, según la prueba de Tukey, los tratamientos no difirieron significativamente, cuyos promedios oscilaron de 10,30 a 11,19 hojas por planta, correspondientes a los tratamientos (T₃) 350 – 0 – 120 – 35 – 1 – 1,5 y (T₇) 350 – 40 – 120 – 35 – 1 – 0 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B, respectivamente. Así mismo, en la semana No. 11, los tratamientos se comportaron iguales estadísticamente, sobresaliendo el tratamiento (T₈) 64,4 – 0 – 108 – 0 – 0 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B; mientras que el tratamiento (T₂) 0 – 40 – 120 – 35 – 1 – 1.5 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S

Zn B con promedios 11,13 y 10,39 hojas por planta, respectivamente.

La prueba de Tukey, determinó igualdad estadística entre los tratamientos evaluados en la semana N° 12; los promedios oscilaron de 9.21 hojas por planta del tratamiento (T₄) 350 – 40 – 0 – 35 – 1 – 1.5 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B a 10,80 hojas por planta correspondiente al tratamiento de fertilización utilizado en la hacienda (T₈) 64,4 – 0 – 108 – 0 – 0 – 0 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B.

Tabla 4.- Valores promedios del número de hojas por planta, en el ensayo de evaluación de la eficiencia agronómica de macro y microelementos en el cultivo de banano, en la zona de Baba, Provincia de Los Ríos. 2016.

| | kg/ha | | | | | | SEMANAS | | |
|------------------------------|-------|-------------------------------|------------------|----|----|-----|----------|----------|----------|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | S | Zn | B | 10 | 11 | 12 |
| T ₁ | 350 | 40 | 120 | 35 | 1 | 1,5 | 10,71 a* | 10,71 a* | 10,01 a* |
| T ₂ | 0 | 90 | 120 | 35 | 1 | 1,5 | 10,30 a | 10,39 a | 9,94 a |
| T ₃ | 350 | 0 | 120 | 35 | 1 | 1,5 | 10,60 a | 10,60 a | 10,53 a |
| T ₄ | 350 | 40 | 0 | 35 | 1 | 1,5 | 10,68 a | 11,01 a | 9,21 a |
| T ₅ | 350 | 40 | 120 | 0 | 1 | 1,5 | 11,04 a | 11,04 a | 10,27 a |
| T ₆ | 350 | 40 | 120 | 35 | 0 | 1,5 | 10,74 a | 10,74 a | 10,06 a |
| T ₇ | 350 | 40 | 120 | 35 | 1 | 0 | 11,19 a | 11,07 a | 10,74 a |
| T ₈ | 64,4 | 0 | 108 | 0 | 0 | 0 | 11,13 a | 11,13 a | 10,80 a |
| Promedio | | | | | | | 10,80 | 10,84 | 10,19 |
| Coeficiente de variación (%) | | | | | | | 3,91 | 5,2 | 6,59 |

*Promedios con una misma letra en cada columna, no difieren significativamente, según prueba de Tukey al 95 % probabilidad.

En el Cuadro 5, se registran los valores promedios del número de hojas por planta evaluado en las semanas 13, 14 y 15. Realizados los análisis de varianza, se detectó significancia estadística para tratamientos sólo en la semana N° 13, no así en las semana N° 14 y N° 15; siendo los coeficientes de variación 4,11 %, 3,86 % y 4,54 % respectivamente.

En la semana N° 13, los tratamientos (T₈) 64.4 – 0 – 108 – 0 – 0 – 0 y (T₇) 350 – 40 – 120 – 35 – 1 – 0 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B, con promedios 10,81 y 10,72 hojas por planta, respectivamente, se comportaron superiores e iguales estadísticamente entre sí, difiriendo con los restantes tratamientos. Mientras que el tratamiento (T₄) 350 – 40 – 0 – 35 – 1 – 1,5 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B logró el menor promedio 9,21 hojas por planta, difiriendo estadísticamente con los restantes tratamientos.

En la evaluación realizada en la semana N° 14, los tratamientos (T₈) 64,4 – 0 – 108 – 0 – 0 – 0 y (T₃) 350 – 0 – 120 – 35 – 1 – 1,5 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B obtuvieron los mayores promedios con 12,79 y 12,63 hojas por planta, respectivamente; mientras que el tratamiento (T₄) 350 – 40 – 0 – 35 – 1 – 1,5 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B logró el menor promedio 11,73 hojas por planta, siendo iguales estadísticamente.

Así mismo, en la semana No. 15, los tratamientos (T₈) 64.4 – 0 – 108 – 0 – 0 – 0 y (T₂) 0 – 40 – 120 – 35 – 1 – 1,5 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B, presentaron los mayores promedios 12,79 y 12,74 hojas por planta; mientras que el tratamiento (T₄) 350 – 40 – 0 – 35 – 1 – 1,5 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B, alcanzó el menor promedio³² 11,73 hojas por tallo reproductor, sin diferir significativamente.

Tabla 5.- Valores promedios del número de hojas por planta, en el ensayo de evaluación de la eficiencia agronómica de macro y microelementos en el cultivo de banano, en la zona de Baba, Provincia de Los Ríos. 2016.

| | kg/ha | | | | | | SEMANAS | | |
|------------------------------|-------|-------------------------------|------------------|----|----|-----|----------|----------|----------|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | S | Zn | B | 13 | 14 | 15 |
| T ₁ | 350 | 40 | 120 | 35 | 1 | 1,5 | 9,98 ab* | 12,20 a* | 12,20 a* |
| T ₂ | 0 | 90 | 120 | 35 | 1 | 1,5 | 9,92 ab | 12,51 a | 12,74 a |
| T ₃ | 350 | 0 | 120 | 35 | 1 | 1,5 | 10,23 ab | 12,63 a | 12,60 a |
| T ₄ | 350 | 40 | 0 | 35 | 1 | 1,5 | 9,21 b | 11,73 a | 11,73 a |
| T ₅ | 350 | 40 | 120 | 0 | 1 | 1,5 | 10,27 ab | 12,47 a | 12,47 a |
| T ₆ | 350 | 40 | 120 | 35 | 0 | 1,5 | 10,19 ab | 12,52 a | 12,55 a |
| T ₇ | 350 | 40 | 120 | 35 | 1 | 0 | 10,72 a | 12,04 a | 12,07 a |
| T ₈ | 64,4 | 0 | 108 | 0 | 0 | 0 | 10,81 a | 12,79 a | 12,79 a |
| Promedio | | | | | | | 10,17 | 12,36 | 12,39 |
| Coeficiente de variación (%) | | | | | | | 4,11 | 3,86 | 4,54 |

*Promedios con una misma letra en cada columna, no difieren significativamente, según prueba de Tukey al 95 % probabilidad.

4.3 Altura de aparición de la bellota

Los valores promedios de altura de aparición de la bellota de los tratamientos ensayados, en el cultivo del banano, se muestran en el Cuadro 6. El análisis de varianza determinó significancia estadística sólo para las repeticiones, cuyo coeficiente de variación fue 6,01%. Aplicando la prueba de Tukey, los tratamientos se comportaron iguales estadísticamente, cuyos promedios fluctuaron de 3.74m a 3.96m correspondientes a los tratamientos (T₂) 0 – 40 – 120 – 35 – 1 – 1,5 y (T₆) 350 – 40 – 120 – 35 – 0 – 1,5 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B, respectivamente. El tratamiento que utilizó el programa de fertilización de la hacienda, promedio plantas con 3,80m.

4.4 Manos por racimo

En el Cuadro 6, se presentan los valores promedios del número de manos por racimo. El análisis de varianza no detectó significancia estadística para los tratamientos, pero si para las repeticiones; cuyo coeficiente de variación es 8,06%.

Los niveles de fertilización química ensayados, se comportaron iguales estadísticamente; sobresaliendo los tratamientos (T₇) 350 – 40 – 120 – 35 – 1 – 0 y (T₅) 350 – 40 – 120 – 0 – 1 – 1,5 kg/ha con 8,36 y 8,06 manos por racimo respectivamente. Mientras que los tratamientos (T₈) 64,4 – 0 – 108 – 0 – 0 – 0 y (T₂) 0 – 40 – 120 – 35

– 1 – 1,5 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B, presentan los menos promedios con 7,35 y 7,30 manos por racimo, respectivamente.

Tabla 6.- Valores promedios de la altura de aparición de la bellota, manos por racimos y dedos por manos, en el ensayo de evaluación de la eficiencia agronómica de macro y microelementos en el cultivo de banano, en la zona de Baba, Provincia de Los Ríos. 2016.

| | kg/ha | | | | | | Altura de aparición de la bellota (m) | Manos por racimo | Dedos por mano |
|------------------------------|-------|-------------------------------|------------------|----|----|-----|---------------------------------------|------------------|----------------|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | S | Zn | B | | | |
| T ₁ | 350 | 40 | 120 | 35 | 1 | 1,5 | 3,91 a* | 7,87 a* | 17,56 a* |
| T ₂ | 0 | 90 | 120 | 35 | 1 | 1,5 | 3,74 a | 7,30 a | 17,25 a |
| T ₃ | 350 | 0 | 120 | 35 | 1 | 1,5 | 3,95 a | 7,72 a | 17,42 a |
| T ₄ | 350 | 40 | 0 | 35 | 1 | 1,5 | 3,91 a | 7,73 a | 17,52 a |
| T ₅ | 350 | 40 | 120 | 0 | 1 | 1,5 | 3,94 a | 8,06 a | 17,33 a |
| T ₆ | 350 | 40 | 120 | 35 | 0 | 1,5 | 3,96 a | 7,80 a | 17,01 a |
| T ₇ | 350 | 40 | 120 | 35 | 1 | 0 | 3,90 a | 8,36 a | 17,92 a |
| T ₈ | 64,4 | 0 | 108 | 0 | 0 | 0 | 3,80 a | 7,35 a | 17,,47 a |
| Promedio | | | | | | | 3,89 | 7,77 | 17,43 |
| Coeficiente de variación (%) | | | | | | | 6,01 | 8,06 | 5,37 |

*Promedios con una misma letra en cada columna, no difieren significativamente, según prueba de Tukey al 95 % probabilidad.

4.5 Dedos por mano

Los valores promedios del número de dedos por mano obtenidos por los niveles nutricionales ensayados, se registran en el Cuadro 6. El análisis de varianza no reportó significancia estadística para repeticiones y tratamientos; siendo el coeficiente de variación 5,37%.

La prueba de Tukey, determinó igualdad estadística entre los tratamientos ensayados; cuyos promedios fluctuaron de 17.01 correspondientes al tratamiento (T₆) 350 – 40 – 120 – 35 – 0 – 1,5 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B a 17,92 dedos por mano del tratamiento (T₇) 350 – 40 – 120 – 35 – 1 – 0 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B.

4.6 Peso del racimo

En el Cuadro 7, se aprecian los pesos promedios del racimo en el cultivo de banano, obtenidos por los niveles de fertilización química ensayados. El análisis de varianza no detectó significancia estadística para repeticiones y tratamientos; siendo el coeficiente de variación 15,05%.

Aplicando la prueba de Tukey, los tratamientos no difirieron significativamente; lográndose los mayores pesos con los tratamientos (T₁) 350 – 401 – 120 – 35 – 1 – 1,5 y (T₇) 350 – 40 – 120 – 35 – 1 – 0 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B con valores 71,38 y

68,94 libras, respectivamente. Mientras que los tratamientos (T₂) 0 – 40 – 120 – 35 – 1 – 1,5 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B y (T₈) Programa de fertilización utilizado en la hacienda 64,4 – 108 kg/ha de N K₂O obtuvieron los menores pesos 58,77 y 63,07 libras, respectivamente.

Tabla 7.- Valores promedios del peso del racimo, peso del raquis y peso de manos, en el ensayo de evaluación de la eficiencia agronómica de macro y microelementos en el cultivo de banano, en la zona de Baba, Provincia de Los Ríos. 2016.

| | kg/ha | | | | | | Peso del racimo (libras) | Peso del raquis (libras) | Peso de mano (libras) |
|------------------------------|-------|-------------------------------|------------------|----|----|-----|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | S | Zn | B | | | |
| T ₁ | 350 | 40 | 120 | 35 | 1 | 1,5 | 71,38 a* | 8,96 a* | 65,42 a* |
| T ₂ | 0 | 90 | 120 | 35 | 1 | 1,5 | 58,77 a | 9,25 a | 49,52 a |
| T ₃ | 350 | 0 | 120 | 35 | 1 | 1,5 | 63,52 a | 6,30 a | 57,15 a |
| T ₄ | 350 | 40 | 0 | 35 | 1 | 1,5 | 67,52 a | 8,97 a | 58,55 a |
| T ₅ | 350 | 40 | 120 | 0 | 1 | 1,5 | 65,38 a | 7,04 a | 58,33 a |
| T ₆ | 350 | 40 | 120 | 35 | 0 | 1,5 | 67,50 a | 8,44 a | 59,07 a |
| T ₇ | 350 | 40 | 120 | 35 | 1 | 0 | 68,94 a | 8,19 a | 60,75 a |
| T ₈ | 64,4 | 0 | 108 | 0 | 0 | 0 | 63,07 a | 8,75 a | 54,32 a |
| Promedio | | | | | | | 65,76 | 8,24 | 57,51 |
| Coeficiente de variación (%) | | | | | | | 15,05 | 29,45 | 14,44 |

*Promedios con una misma letra en cada columna, no difieren significativamente, según prueba de Tukey al 95 % probabilidad.

4.7 Peso del raquis

Los pesos promedios del raquis de los tratamientos ensayados, se registran en el Cuadro 7; no existiendo significancia estadística para repeticiones y tratamientos. El coeficiente de variación es 29,45%.

La prueba de Tukey, determinó igualdad estadística entre los tratamientos; cuyos pesos oscilaron de 6.30 libras correspondiente al tratamiento (T₃) 350 – 0 – 120 – 35 – 1 – 1,5 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B a 9,25 libras del tratamiento (T₂) 0 – 40 – 120 – 35 – 1 – 1.5 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B.

4.8 Peso de manos

En el mismo Cuadro 7, se aprecian los promedios del peso de las manos de los racimos de banano. Realizado el análisis de varianza, no se detectó significancia estadística para los tratamientos, pero si para las repeticiones; siendo el coeficiente de variación 14,44%.

Los tratamientos (T₁) 350 – 40 – 120 – 35 – 1 – 1,5 y (T₇) 350 – 40 – 120 – 35 – 1 – 0 de N P₂O₅ K₂O S Zn B, alcanzaron los mayores pesos 62,42 y 60,75 libras, respectivamente; mientras que el tratamiento (T₈) 64,4 – 108 kg/ha de N y K₂O (Programa de fertilización utilizado en la hacienda) y (T₂) 0 – 40 – 120 – 35 – 1 –

1,5 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B alcanzaron los pesos 54,32 y 49,52 libras, respectivamente; sin diferir significativamente.

4.9 Merma

En el Cuadro 8, se presentan los promedios de la merma obtenidas por los tratamientos ensayados. El análisis de varianza no reportó significancia estadística para los tratamientos y repeticiones; siendo el coeficiente de variación 46,85%.

La prueba de Tukey determinó igualdad estadística entre los niveles de fertilización química ensayados; cuyos promedios oscilaron de 2,33 libras correspondiente al tratamiento (T₈) 64,4 – 108 kg/ha de N K₂O a 6,10 libras del tratamiento (T₂) 0 – 40 – 120 – 35 – 1 – 1,5 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B.

4.10 Cajas por racimo

Los valores promedios del número de cajas por racimo (ratio) se observan en el Cuadro 8; no existiendo significancia estadística para tratamientos y repeticiones. El coeficiente de variación es 16,66 %.

El tratamiento (T₁) 350 – 40 – 120 – 35 – 1 – 1,5 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B obtuvo el mayor ratio 1,39; mientras que el tratamiento (T₂) 0 – 40 – 120 – 35 – 1 – 1,5 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S

Zn B, alcanzó el menor ratio 1,01; sin diferir significativamente entre sí.

4.11 Cajas por hectárea

En el mismo Cuadro 8, se reportan los valores promedios del número de cajas por hectárea. El análisis de varianza no detectó significancia estadística para repeticiones y tratamientos; cuyo coeficiente de variación es 16,67%.

Tabla 8.- Valores promedios del peso de la merma, cajas por racimo (ratio) y cajas por hectáreas, en el ensayo de evaluación de la eficiencia agronómica de macro y microelementos en el cultivo de banano, en la zona de Baba, Provincia de Los Ríos. 2016.

| | kg/ha | | | | | | Merma (libras) | Cajas por racimo | Cajas por hectárea |
|------------------------------|-------|-------------------------------|------------------|----|----|-----|-------------------|------------------|--------------------|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | S | Zn | B | | | |
| T ₁ | 350 | 40 | 120 | 35 | 1 | 1,5 | 2,60 a* | 1,39 a* | 2225,73 a* |
| T ₂ | 0 | 90 | 120 | 35 | 1 | 1,5 | 6,10 a | 1,01 a | 1615,75 a |
| T ₃ | 350 | 0 | 120 | 35 | 1 | 1,5 | 2,51 a | 1,27 a | 2033,24 a |
| T ₄ | 350 | 40 | 0 | 35 | 1 | 1,5 | 2,60 a | 1,30 a | 2081,86 a |
| T ₅ | 350 | 40 | 120 | 0 | 1 | 1,5 | 3,77 a | 1,27 a | 2030,14 a |
| T ₆ | 350 | 40 | 120 | 35 | 0 | 1,5 | 3,22 a | 1,30 a | 2078,14 a |
| T ₇ | 350 | 40 | 120 | 35 | 1 | 0 | 4,77 a | 1,30 a | 2082,73 a |
| T ₈ | 64,4 | 0 | 108 | 0 | 0 | 0 | 2,33 a | 1,21 a | 1934,51 a |
| Promedio | | | | | | | 3,49 | 1,25 | 2010,26 |
| Coeficiente de variación (%) | | | | | | | 46,85 | 16,66 | 16,67 |

*Promedios con una misma letra en cada columna, no difieren significativamente, según prueba de Tukey al 95 % probabilidad.

Los tratamientos (T₁) 350 – 40 – 120 – 35 – 1 – 1,5 y (T₇) 350 – 40 – 120 – 35 – 1 – 0 de N P₂O₅ K₂O S Zn B, obtuvieron los mayores promedios 2225,73 y 2082,73 cajas por hectárea; mientras que los tratamientos (T₂) 0 – 40 – 120 – 35 – 1 – 1,5 y (T₈) 64.4 – 0 – 108 – 0 – 0 – 0 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B, lograron los menores rendimientos de 1615,75 y 1934,51 cajas por hectárea, respectivamente; siendo iguales estadísticamente.

4.12 Análisis económico.

En el Cuadro 9, se presenta el análisis económico del rendimiento del banano, en función al costo de los tratamientos. El mayor costo del tratamiento se registra con el (T₁) 350 – 40 – 120 – 35 – 1 – 1,5 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B con \$588,30, así mismo logró la mayor utilidad marginal en comparación al testigo (T₈) con \$1013,41; luego siguió el tratamiento (T₄) 350 – 40 – 0 – 35 – 1 – 1,5 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B con \$338,52 por hectárea. Mientras que el tratamiento carente de nitrógeno (T₂) 0 – 40 – 120 – 35 – 1 – 1,5 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B presentó una pérdida de \$ 1963,48 por hectárea, así mismo el tratamiento (T₅) carente de azufre alcanzó una pérdida de \$ 30,84 por hectárea. Cabe indicar que el tratamiento (T₃) carente de fósforo obtuvo la menor utilidad marginal \$10,31 por hectárea.

Tabla 9.- Análisis económico del rendimiento de fruto en función al costo de los tratamientos, en el ensayo de evaluación de la eficiencia agronómica de macro y microelementos en el cultivo de banano, en la zona de Baba, Provincia de Los Ríos. 2016.

| | kg/ha | | | | | | Rendimiento Cajas / hectárea | Incremento del rendimiento | Valor del incremento \$ | Costo del tratamiento \$ | Utilidad Marginal \$ |
|------------------|-------|-------------------------------|------------------|----|----|-----|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | S | Zn | B | | | | | |
| T ₁ | 350 | 40 | 120 | 35 | 1 | 1,5 | 2225,73 | 291,22 | 1601,71 | 588,30 | 1013,41 |
| T ₂ | 0 | 90 | 120 | 35 | 1 | 1,5 | 1615,75 | -318,76 | -1753,18 | 210,30 | -1963,48 |
| T ₃ | 350 | 0 | 120 | 35 | 1 | 1,5 | 2033,24 | 98,73 | 543,01 | 532,70 | 10,31 |
| T ₄ | 350 | 40 | 0 | 35 | 1 | 1,5 | 2081,86 | 147,35 | 810,42 | 471,90 | 338,52 |
| T ₅ | 350 | 40 | 120 | 0 | 1 | 1,5 | 2030,14 | 95,63 | 525,96 | 556,80 | -30,84 |
| T ₆ | 350 | 40 | 120 | 35 | 0 | 1,5 | 2078,14 | 143,63 | 789,96 | 586,30 | 203,66 |
| T ₇ | 350 | 40 | 120 | 35 | 1 | 0,0 | 2082,73 | 148,22 | 815,21 | 583,50 | 231,71 |
| T ₈ * | 64,4 | 0 | 108 | 0 | 0 | 0,0 | 1934,51 | | | 174,31 | |

Valor caja de Banano \$ 5,50

* Programa de fertilización utilizado en la hacienda (testigo).

V. DISCUSION

En la presente investigación se evaluaron diferentes niveles de fertilización química en una plantación establecida de banano, para estimar la eficiencia agronómica de macro y microelementos y la fórmula más apropiada para maximizar el rendimiento y calidad de la fruta.

En lo que respecta al perímetro del pseudotallo, se observó que no existió significancia estadística entre los tratamientos ensayados, en las evaluaciones realizadas en las semanas número 6, 8, 9, 11, 13, 18 y 23; lo que demuestra que los niveles de fertilización no influyeron significativamente. Al comparar los promedios de las semanas N° 6 y N° 23, existió un incremento de 5.65 cm. Cabe indicar que, con el tratamiento (T₂) 0 – 40 – 120 – 35 – 1 – 1.5 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B, el perímetro del pseudotallo reproductor fue menor en las semanas evaluadas, reflejándose que la carencia de nitrógeno, origina un crecimiento lento, plantas pequeñas, hojas amarillas y fruta pequeña, concordando con (Gauggel, 2010).

La variable número de hojas por planta se evaluó semanalmente; entre las semanas N° 6 y N°15, es decir que se realizaran diez evaluaciones durante el ensayo, alcanzando los mayores promedios en las semanas N° 14 y N°15 con promedios general de 12.36 y 12.39 hojas por planta, respectivamente; sin existir diferencia significativa entre los

tratamientos; siendo mayor en ambas semanas con el (T₈) Programa utilizado en la finca con 12.79 hojas por planta; reflejándose que los niveles de fertilización química presentan pequeña influencia en dicho carácter.

Para el carácter altura de planta el momento de aparición de la bellota, los niveles de fertilización química no presentan efecto positivo pues los tratamientos se comportaron iguales estadísticamente, oscilando de 3.74m del tratamiento (T₂) 0 – 40 – 120 – 35 – 1 – 1.5 a 3,96 m del tratamiento (T₆) 350 – 40 – 120 – 35 – 1 – 1,5 kg/h de N P₂O₅ K₂O S Zn B, esta diferencia se debe posiblemente al elemento nitrógeno, pero sin diferir significativamente, pues es el inicio de la etapa reproductiva. (Zavala, 2012).

En referencia al número de manos por racimo y dedos por mano, los tratamientos se comportaron iguales estadísticamente, sobresaliendo el tratamiento (T₇) 350 – 40 – 120 – 35 – 1,0 – 0 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B con 8.36 manos y 17.92 dedos por mano. Mientras que para el peso del racimo y peso de manos, el tratamiento (T₁) 350 – 40 – 120 – 35 – 1.0 – 1,5 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B, logró los mayores pesos de 71,38 y 62,42 libras, respectivamente, sin diferir significativamente con los restantes tratamientos; los mayores pesos es consecuencia de que el (T₁) contiene todos los elementos, demostrándose que los cultivos requieren

de equilibrados programas nutricionales para lograr altos rendimientos. (Universidad Agraria La Molina, 2011).

El número de cajas por racimo (ratio) fue mayor con el tratamiento (T₁) 350 – 40 – 120 – 35 – 1,0 – 1,5 kg/h de N P₂O₅ K₂O S Zn B; mientras que el más inferior fue con el tratamiento (T₂) 0 – 40 – 120 – 35 – 1,0 – 1,5 kg/h de N P₂O₅ K₂O S Zn B ratio 1,39 y 1,01 respectivamente. Cabe indicar, que los mismos tratamientos alcanzaron el mayor y menor rendimiento de cajas por hectárea con promedios 2225,73 y 1615,75; existiendo una diferencia de 609.98 cajas por hectárea que representa un incremento del 37.75%, demostrándose el efecto positivo del nitrógeno sobre el rendimiento de los frutos en el cultivo de banano. (Banascopio, 2010).

La eficiencia agronómica (EA) es el incremento en rendimiento obtenido por unidad de nutriente aplicado, Snyder *et al.* (2007). Los macroelementos N, P y K presentan eficiencias agronómicas de 1,74; 4,81 y 1,19 cajas por hectárea por kilogramo aplicado; mientras que los microelementos S, Zn Y B registran eficiencias agronómicas de 5,58; 147,59 y 93,33 cajas por hectárea por kilogramo aplicado, demostrándose la importancia de la aplicación de un equilibrado programa nutricional para lograr maximizar los rendimientos de la cosecha.

El análisis económico del rendimiento de frutos en función al costo de los tratamientos, se observa que el tratamiento (T₁) 350 – 40 – 120 – 35 –

1 -1,5 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B, obtuvieron las mayores utilidades marginales de \$1013,41 por hectárea en comparación al testigo (T₈) Programa de fertilización utilizado en la finca; mientras que el tratamiento (T₂) carente de nitrógeno presentó pérdidas económicas, ratificándose el beneficio de la aplicación de un equilibrado programa nutricional, para lograr significativas utilidades económicas.

VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base al análisis e interpretación estadística de los resultados y evidencias experimentales, se delinear las siguientes conclusiones:

1. Los niveles de fertilización química ensayados no mostraron efecto significativo en el perímetro del pseudotallo.
2. En las semanas N° 14 y N° 15, el tratamiento (T₈) Programa utilizado en la finca, se obtuvieron el mayor promedio de 12,79 hojas por plantas, sin diferir estadísticamente con los restantes tratamientos.
3. La mayor altura de aparición de la bellota, se logró con el tratamiento (T₆) 350 – 40 – 120 – 35 – 0 – 1,5 kg/h de N P₂O₅ K₂O S Zn B con 3,96 m, sin diferir significativamente con los restantes tratamientos.
4. El tratamiento (T₇) 350 – 40 – 120 – 35 – 1,0 – 0 kg/h de N P₂O₅ K₂O S Zn B obtuvo el mayor número de manos y dedos por mano.
5. El tratamiento (T₁) 350 – 40 – 120 – 35 – 1,0 – 1,5 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B, logró el mayor peso de racimo y de manos con 71,38 y 62,42 libras, respectivamente.

6. El mayor número de cajas por racimo y cajas por hectárea se logró con el tratamiento (T₁) 350 – 40 – 120 – 35 – 1,0 – 1,5 kg/h de N P₂O₅ K₂O S Zn B con promedios 1,39 y 2225,73 respectivamente.
7. El tratamiento (T₂) carente de nitrógeno presenta el menor número de cajas por hectárea con un valor de 1615,75.
8. El tratamiento (T₁) en comparación al tratamiento (T₂), registra una diferencia de 609,98 cajas por hectárea, que representa un incremento del 37,75 %.
9. La mayor eficiencia agronómica (EA) se obtuvo para el microelemento zinc con 147,59 cajas por kilogramo de zinc aplicado; mientras que la menor fue con el potasio de 1,19 cajas.
10. Con el tratamiento que incluye todos elementos ensayados (T₁) 350 – 40 – 120 – 35 – 1,0 – 1,5 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B se alcanzó la mayor utilidad marginal de \$1013,41 por hectárea, en comparación al testigo (T₈).

Analizadas las conclusiones, se recomienda:

1. Aplicar el programa nutricional (T₁) 350 – 40 – 120 – 35 – 1,0 – 1,5 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B para lograr altos rendimientos de frutos en el cultivo de banano, en los suelos donde se realizó el ensayo, y a su vez obtuvieron mayores utilidades marginales.

2. La aplicación del elemento nitrógeno, pues los suelos son deficitarios en dicho elemento.

3. Continuar con la investigación en otras zonas bananeras, previo al análisis físico químico del suelo.

VII RESUMEN

La presente investigación se realizó en los terrenos de la Finca “Cinco Hermanos” de propiedad del Sr. Víctor Manuel Guerrero Saa, ubicada en la parroquia Guare, Cantón Baba, Provincia de Los Ríos, con la finalidad de evaluar la eficiencia agronómica de los macro y microelemento en el cultivo de banano; determinar el programa de fertilización apropiada para maximizar el rendimiento y calidad de fruta; y analizar económicamente el rendimiento de fruto en base al costo de los tratamientos.

Los tratamientos estuvieron constituidos por los diferentes niveles de fertilización, así: (T₁) 350 – 40 – 120 – 35 – 1 – 1,5; (T₂) 0 – 40 – 120 – 35 – 1 – 1,5; (T₃) 350 – 0 – 120 – 35 – 1 – 1,5; (T₄) 350 – 40 – 0 – 35 – 1 – 1,5; (T₅) 350 - 40 – 120 – 0 – 1 – 1,5; (T₆) 350 – 40 – 120 – 35 – 0 – 1,5; (T₇) 350 – 40 – 120 – 35 – 1,5 – 0; (T₈) 64,4 - - 108 – 0 – 0 – 0 kg/ha de N, P₂O₅, K₂O; S, Zn y B respectivamente. Cabe indicar que el (T₈) es el programa de fertilización utilizado en la finca.

Se empleó el diseño experimental “Bloques completos al azar” en tres repeticiones. Cada bloque estuvo constituido por ocho tratamientos, distribuidos aleatoriamente. La parcela experimental estuvo conformada por 3 hileras de 12,5 m de longitud, separadas a 2,5 m, dando un área de 93,75 m²; mientras que el área útil estuvo determinada por la hilera central, dando un área de 31,25 m².

Se evaluaron las variables: perímetro del pseudotallo en las semanas 6, 8, 9, 11, 13, 18 y 23, número de hojas por planta en las semanas 6, 7, 8, 8, 10, 11, 12, 13, 14 y 15; altura de aparición de la bellota; manos por racimo; dedos por mano; peso del racimo; peso del raquis; peso de manos; merma; cajas por racimo y cajas por hectárea.

Todas las variables fueron sometidas al análisis de varianza y se empleó la prueba de significancia estadística de Tukey al 95% de probabilidad para las comparaciones de las medias de los tratamientos.

En base al análisis e interpretación estadística de los resultados experimentales, se concluyó:

1. El tratamiento (T₇) 350 – 40 – 120 – 35 – 1,0 – 0 kg/h de N P₂O₅ K₂O S Zn B obtuvo el mayor número de manos y dedos por mano.
2. El tratamiento (T₁) 350 – 40 – 120 – 35 – 1,0 – 1.5 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B, logró el mayor peso de racimo y de manos con 71,38 y 62,42 libras, respectivamente.
3. El mayor número de cajas por racimo y cajas por hectárea se logró con el tratamiento (T₁) 350 – 40 – 120 – 35 – 1,0 – 1,5 kg/h de N P₂O₅ K₂O S Zn B con promedios 1.39 y 2225.73 respectivamente.
4. El tratamiento (T₁) en comparación al tratamiento (T₂), registra una diferencia de 609,98 cajas por hectárea, que representa un incremento del 37,75 %.

5. La mayor eficiencia agronómica (EA) se obtuvo para el microelemento zinc con 147,59 cajas por kilogramo de zinc aplicado; mientras que la menor fue con el potasio de 1,19 cajas.
6. Con el tratamiento que incluye todos los elementos ensayados (T₁) 350 – 40 – 120 – 35 – 1,0 – 1,5 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B se alcanzó la mayor utilidad marginal de \$1013,41 por hectárea, en comparación al testigo (T₈).

Se recomienda

1. Aplicar el programa nutricional (T₁) 350 – 40 – 120 – 35 – 1,0 – 1,5 kg/ha de N P₂O₅ K₂O S Zn B para lograr altos rendimientos de frutos en el cultivo de banano, en los suelos donde se realizó el ensayo, y a su vez se obtuvo mayor utilidad marginal.
2. La aplicación del elemento nitrógeno, pues los suelos son deficientes en dicho elemento.
3. Continuar con la investigación en otras zonas bananeras, previo al análisis físico químico del suelo.

VIII SUMMARY

This research was conducted on the grounds of the farm "Five Brothers" owned by Mr. Victor Manuel Guerrero Saa, located in the parish Guare, Baba Canton, Province of Los Ríos, in order to evaluate the agronomic efficiency of macro and microelements in banana cultivation; determine the proper fertilization program to maximize yield and fruit quality; and economically analyze the performance of the result based on the cost of the treatments.

The treatments were constituted by different levels of fertilization, as follows: (T1) 350-40 - 120-35 - 1 - 1,5; (T2) 0 - 40 to 120 - 35-1 - 1,5; (T3) 350 houses - 0 - 120-35 - 1 - 1,5; (T4) 350-40 houses - 0 - 35-1 - 1,5; (T5) 350 - 40 to 120 houses - 0 - 1 - 1,5; (T6) 350-40 - 120-35 houses - 0 - 1,5; (T7) 350-40 - 120-35 - 1,5 - 0; (T8) 64,4 - - 108-0 - 0 - 0 kg / ha of N, P₂O₅, K₂O; S, Zn and B respectively. It should be noted that the (T8) is the fertilization program used on the farm.

Experimental design "randomized complete block" in three replicates was used. Each block consisted of eight treatments, randomly distributed. The experimental plot consisted of three rows of 12,5 m in length, spaced 2,5 m, giving an area of 93,75 m²; while the useful area is determined by the middle row, giving an area of 31,25 m².

The variables were evaluated: perimeter of the pseudostem at weeks 6, 8, 9, 11, 13, 18 and 23, number of leaves per plant at weeks 6, 7, 8, 8, 10, 11, 12, 13, 14 and 15; height Acorn appearance; hands per bunch;

fingers per hand; bunch weight; raquio weight; weight of hands; decrease; Cluster boxes and boxes per hectare.

All variables were subjected to analysis of variance and statistical significance test of Tukey was used 95% chance for comparison of treatment means.

Based on statistical analysis and interpretation of experimental results, it was concluded:

1. Treatment (T₇) 350-40 - 120-35 – 1,0 - 0 kg / h of N P₂O₅ K₂O S Zn B won the highest number of hands and fingers per hand.
2. Treatment (T₁) 350-40 - 120-35 – 1,0 – 1,5 kg / ha of N P₂O₅ K₂O S Zn B, achieved the highest bunch weight and hands with 71.38 and 62.42 pounds respectively.
3. The highest number of cases per cluster and boxes per hectare was achieved with treatment (T₁) 350-40 - 120-35 – 1,0 – 1,5 kg / h of N P₂O₅ K₂O S Zn B with averages 1.39 and 2225,73 respectively.
4. Treatment (T₁) compared to treatment (T₂), recorded a difference of 609,98 cases per hectare, which represents the increase a 37,75%.

5. Most agronomic efficiency (EA) was obtained for zinc microelement boxes 147,59 applied per kilogram of zinc; while the lowest was 1.19 with potassium boxes.
6. Treatment that includes all the tested elements (T₁) 350-40 - 120-35 – 1,0 – 1,5 kg / ha of N P₂O₅ K₂O S Zn B reached the highest marginal utility of \$ 1,013.41 per hectare, compared to the control (T₈).

It is recommended:

1. Apply the nutrition program (T₁) 350-40 - 120-35 – 1,0 – 1,5 kg / ha of N P₂O₅ K₂O S Zn B to achieve high yields of fruit in banana cultivation in soil where he performed the test, and in turn higher marginal utility was obtained.
2. The application of nitrogen element because the soils are deficient in that element
3. To further research in other prior to chemical analysis of soil physical banana plantations.

IX LITERATURA CITADA

- Acosta, H. S. (2013). Efectos de la fertilización orgánica después de la saturación del suelo en el cultivo de banano. Machala: Universidad Técnica de Machala.
- Banasanti. (2009). Fertilización del cultivo de banano. Obtenido de <http://santibanaomaira.blogspot.com/2009/04/fertilización-del-cultivo-de-banano.html>
- Banascopio. (2010). Guía Técnica del cultivo de Banano. Quito: campo.
- Brouder, S. M. (1999). Applying site - specific management in soil fertility research and developing management information for variable rate technologies. In proceeding of information agriculture conference Purdue University .
- Bruulsema, S. C. (2007). Nutrient use efficiency and effectiveness in North America: Indices of agronomic and environmental benefit. International Plant Nutrition Institute , sp.
- Chavez, R. M. (2013). Efecto de la aplicación de tres dosis de potasio en banano, bajo dos sistemas de labranza en suelos ricos en potasio. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, 17.
- Cruz, J. e. (2007). Eficiencia agronómica y económica del manejo de la fertilización en banano en un suelo de la Depresión del Logo de Valencia. Universidad Central de Venezuela, 6.
- Curtin, S. J. (2009). Efficiency of soil and fertilizer phosphorus use. FAO fert , plant Nutr bull .
- Espinoza, J. y. (2002). Estado actual y futuro de la nutrición y fertilización del banano. Quito: Instituto de la Potasa y Fosforo.

- Figuroa, M. y. (2009). Características y Fertilización del cultivo de Banano . Recuperado el 25 de 08 de 2016, de [http://www.fertilizando.com/articulos/caracteristica%20y%20fertilización%20cultivos](http://www.fertilizando.com/articulos/caracteristica%20y%20fertilizacion%20cultivos).
- Final, J. L. (2004). Efecto de fuertes y dosis de nitrógeno sobre la producción y calidad del fruto del banano (Musa grupo AAA subgrupo Cavendish clon "Gran Enano") en la planicie aluvial del Rio Motatan. Revista de la Facultad de Agronomía, 8.
- García, J. y. (2009). Herramientas para mejorar la eficiencia de uso de nutrientes en maíz. Informaciones Agronómicas, 6 - 11.
- Gauggel, L. y. (2010). Fertilización en banano. Honduras: Instituto Zamorano .
- Instituto de la Potasa y el Fosforo S.F.P. (2008). Potasa: su necesidad y uso en la agricultura moderna. Requerimiento de potasa de los cultivos. Instituto de la Potasa, 23 - 24.
- Kirk, E. y. (2008). Micronutrientes en la fisiología de las plantas: funciones, absorción y movilidad. Segunda Parte. International Plant Nutrition Institute, 9 - 13.
- M.T., S. (2009). Principios básicos de la eficiencia del fósforo y potasio. International Plant Nutrition Institute, 6 - 9.
- Romheld, K. E. (2008). Micronutrientes en la fisiología de las plantas: funciones, absorción y movilidad. International Plant Nutrition Institute, 10 - 13.
- Sail - Po. (s.f.). Fertilizantes Agrícolas. Guayaquil.
- Scott, M. T. (2009). Principios básicos de la eficiencia de fósforo y potasio . International Plant Nutrition Institute, 6 - 9 .

- Syers, J. A. (2010). Una nueva forma de determinar la eficiencia del uso del fósforo en agricultura. International Plant Nutrition Institute, 12 - 15.
- Universidad Agraria La Molina. (2011). Fertilización y manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de banano orgánico. Guía Técnica , 36.
- Vega, R. V. (2011). Fertilización y manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de banano orgánico. Tumbes - Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Zavala. (2012). Evaluar los efectos de la aplicación de los bioestimulantes orgánicos Robustera Producción Max, Razormin y Biozyme, sobre el rendimiento y calidad de la fruta en el cultivo de banano. Babahoyo: Universidad técnica de babahoyo.
- Zavala, F. A. (2012). Evaluar los efectos de la aplicación de los bioestimulantes orgánicos robustera producción max, razormin y biozyme, sobre el rendimiento y calidad de la fruta en el cultivo de banano. En U. T. Babahoyo, Tesis de Ingeniero Agronomo (pág. 78). Babahoyo: Universidad Técnica de Babahoyo.
- Zavala, F. A. (2012). Evaluar los efectos de la aplicación de los bioestimulantes orgánicos Robustera Producción Max, Razormin y Biozyme, sobre el rendimiento y calidad de la fruta en el cultivo de banano. Babahoyo: Facultad de Ciencias Agropecuarias.

X ANEXO

Establecimiento de las parcelas demostrativas



Altura de la de la bellota

Labor de Fertilización



Numeración de Manos y dedos por racimo



Peso del racimo



Peso de manos



Peso de manos



Cajas por racimo (ratio)



Asignación de etiqueta



Labor de empaque



Ubicación de tapa y aspiración del aire



Estibador de cajas

