



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EFFECTO DE LA COMBINACIÓN DE  
MACRONUTRIENTES SOBRE EL RENDIMIENTO EN EL  
CULTIVO DE BANANO (*Musa AAA*), BALAO, GUAYAS  
TRABAJO EXPERIMENTAL**

Trabajo de titulación presentado como requisito para la  
obtención del título de

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**AUTOR**

**RAMÍREZ REQUENA BRAYAN EFRAÍN**

**TUTOR**

**ING. MARTÍNEZ CARRIEL TYRON FRANCISCO, M.Sc**

**MILAGRO – ECUADOR**

**2022**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**APROBACIÓN DEL TUTOR**

Yo, ING. MARTÍNEZ CARRIEL TYRON FRANCISCO, M.Sc, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: EFECTO DE LA COMBINACIÓN DE MACRONUTRIENTES SOBRE EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE BANANO (*Musa AAA*), BALAO, GUAYAS, realizado por el estudiante RAMÍREZ REQUENA BRAYAN EFRAÍN; con cédula de identidad N° 0941399982 de la carrera INGENIERÍA AGRONÓMICA, Unidad Académica Milagro, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Firma del Tutor

Milagro, 30 de enero del 2022.



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA DE INGENIERÍA GRONÓMICA**

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: "EFECTO DE LA COMBINACIÓN DE MACRONUTRIENTES SOBRE EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE BANANO (*Musa AAA*), BALAO, GUAYAS", realizado por el estudiante RAMÍREZ REQUENA BRAYAN EFRAÍN, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

---

**APELLIDOS NOMBRES, M.Sc.  
PRESIDENTE**

---

**APELLIDOS NOMBRES, M.Sc.  
EXAMINADOR PRINCIPAL**

---

**APELLIDOS NOMBRES, M.Sc.  
EXAMINADOR PRINCIPAL**

---

**APELLIDOS NOMBRES, M.Sc.  
EXAMINADOR SUPLENTE**

Milagro, 30 de enero del 2022.

## **Dedicatoria**

Principalmente a Dios por tener la dicha de estar con vida y por permitirme alcanzar las metas propuestas, por brindarme sabiduría, fuerzas en cada iniciativa que tome en estos caminos , a mis padres por el esfuerzo que hacen a diario para poder darme el estudio lo cual son mi motivación para salir a delante y poder generar una satisfacción hacia ellos por lograr culminar mis estudios como ingeniero, y mis hermanos por apoyarme en cada paso y darme aliento para seguir adelante y no subsistir en mis logros a toda la familia por enseñarme los valores del hogar y de la sociedad, a la Universidad Agraria del Ecuador por abrimme las puertas hacia un futuro porvenir mejor hacia mi persona, a los docentes por sus conocimientos adquiridos agradecerles de todo corazón por formar parte de esta etapa de mi vida que me hacen crecer como profesional.

## **Agradecimiento**

Al PhD. Jacobo Bucaram, Rector Fundador de la Universidad Agraria del Ecuador.

Al PhD. Martha Bucaram Leverone, Rectora de la Universidad Agraria del Ecuador

Dra. Emma Jácome Murillo, M, Sc. Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Agraria del Ecuador.

Agradecerle a Dios por prestarme vida y tenerme con salud, a mis padres Marcos Ramirez y Narcisa Requena por estar conmigo motivándome en todo momento por ese apoyo incondicional de ambos y por ser mis motivos principales para llegar a cumplir mis metas.

Agradezco:

A todos los catedráticos de la Universidad Agraria Del Ecuador, por su digna labor al brindarme sus enseñanzas, las cuales serán mi base principal para mi desenvolvimiento en el campo laboral y profesional.

### **Autorización de Autoría Intelectual**

Yo RAMÍREZ REQUENA BRAYAN EFRAÍN, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre “EFECTO DE LA COMBINACIÓN DE MACRONUTRIENTES SOBRE EL RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE BANANO (*Musa AAA*), BALAO, GUAYAS” para optar el título de INGENIERO AGRÓNOMO, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Milagro, enero 30, 2022.

RAMÍREZ REQUENA BRAYAN EFRAÍN  
C.I. 0941399982

## Índice general

|   |           |
|---|-----------|
| <b>PORTADA.....</b>                                       | <b>1</b>  |
| <b>APROBACIÓN DEL TUTOR .....</b>                         | <b>2</b>  |
| <b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN .....</b>      | <b>3</b>  |
| <b>Dedicatoria.....</b>                                   | <b>4</b>  |
| <b>Agradecimiento .....</b>                               | <b>5</b>  |
| <b>Autorización de Autoría Intelectual .....</b>          | <b>6</b>  |
| <b>Índice general .....</b>                               | <b>7</b>  |
| <b>Índice de tablas .....</b>                             | <b>10</b> |
| <b>Índice de figuras.....</b>                             | <b>11</b> |
| <b>Resumen .....</b>                                      | <b>12</b> |
| <b>Abstract.....</b>                                      | <b>13</b> |
| <b>1. Introducción.....</b>                               | <b>14</b> |
| <b>1.1 Antecedentes del problema.....</b>                 | <b>14</b> |
| <b>1.2 Planteamiento y formulación del problema .....</b> | <b>15</b> |
| <b>1.2.1 Planteamiento del problema .....</b>             | <b>15</b> |
| <b>1.2.2 Formulación del problema .....</b>               | <b>15</b> |
| <b>1.3 Justificación de la investigación .....</b>        | <b>15</b> |
| <b>1.4 Delimitación de la investigación .....</b>         | <b>16</b> |
| <b>1.5 Objetivo general .....</b>                         | <b>16</b> |
| <b>1.6 Objetivos específicos.....</b>                     | <b>16</b> |
| <b>1.7 Hipótesis .....</b>                                | <b>16</b> |
| <b>2. Marco teórico.....</b>                              | <b>17</b> |
| <b>2.1 Estado del arte.....</b>                           | <b>17</b> |
| <b>2.2 Bases teóricas .....</b>                           | <b>18</b> |

|   |    |
|---|----|
| 2.2.1 Generalidades del banano.....                         | 18 |
| 2.2.2 Origen e importancia del cultivo.....                 | 19 |
| 2.2.3 Situación actual de la producción.....                | 19 |
| 2.2.4 Descripción taxonómica y botánica de la planta .....  | 20 |
| 2.2.5 Técnicas del cultivo .....                            | 21 |
| 2.2.6 Enfermedades que afectan al banano .....              | 22 |
| 2.2.7 Nutrición del banano.....                             | 23 |
| 2.2.7.1 Fertilización edáfica .....                         | 23 |
| 2.2.8 Características de los fertilizantes a utilizar ..... | 23 |
| 2.2.8.1 Sulfato de amonio .....                             | 23 |
| 2.2.8.2 Fosfato diamónico.....                              | 24 |
| 2.2.8.3 Muriato de potasio.....                             | 24 |
| 2.2.8.4 Nitrato de potasio.....                             | 25 |
| 2.2.8.5 Nitrato de amonio .....                             | 25 |
| 2.3 Marco legal.....  | 26 |
| 3. Materiales y métodos .....                               | 27 |
| 3.1 Enfoque de la investigación .....                       | 27 |
| 3.1.1 Tipo de investigación.....                            | 27 |
| 3.1.2 Diseño de investigación .....                         | 27 |
| 3.2 Metodología .....                                       | 27 |
| 3.2.1 Variables .....                                       | 27 |
| 3.2.1.1. Variable independiente .....                       | 27 |
| 3.2.1.2. Variable dependiente .....                         | 27 |
| 3.2.1.2.1 Circunferencia del tallo (cm).....                | 27 |
| 3.2.1.2.3 Número de manos por racimos .....                 | 28 |



|   |           |
|---|-----------|
| <b>3.2.1.2.4 Número de dedos por racimo .....</b> | <b>28</b> |
| <b>3.2.1.2.5 Peso de racimo.....</b>              | <b>28</b> |
| <b>3.2.1.2.6 Rendimiento cajas/ha .....</b>       | <b>28</b> |
| <b>3.2.1.2.7 Análisis Costo/Beneficio .....</b>   | <b>28</b> |
| <b>3.2.2 Tratamientos.....</b>                    | <b>28</b> |
| <b>3.2.3 Diseño experimental .....</b>            | <b>29</b> |
| <b>3.2.4 Recolección de datos .....</b>           | <b>29</b> |
| <b>3.2.4.1. Recursos.....</b>                     | <b>29</b> |
| <b>3.2.4.2. Métodos y técnicas .....</b>          | <b>29</b> |
| <b>3.2.5 Análisis estadístico.....</b>            | <b>30</b> |
| <b>4. Resultados .....</b>                        | <b>31</b> |
| <b>4.1 Circunferencia del tallo (cm) .....</b>    | <b>31</b> |
| <b>4.2 Número de hojas .....</b>                  | <b>32</b> |
| <b>4.3 Número de manos / racimo .....</b>         | <b>33</b> |
| <b>4.4 Número de dedos / racimo .....</b>         | <b>34</b> |
| <b>4.5 Peso del racimo (kg) .....</b>             | <b>35</b> |
| <b>4.6 Rendimiento de cajas/ha .....</b>          | <b>36</b> |
| <b>4.7 Análisis costo beneficio .....</b>         | <b>37</b> |
| <b>5. Discusión .....</b>                         | <b>38</b> |
| <b>6. Conclusiones.....</b>                       | <b>40</b> |
| <b>7. Recomendaciones.....</b>                    | <b>41</b> |
| <b>8. Bibliografía.....</b>                       | <b>42</b> |
| <b>9. Anexos .....</b>                            | <b>50</b> |

## Índice de tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Tratamientos en estudio.....                                   | 29 |
| Tabla 2. Esquema del análisis de varianza .....                         | 30 |
| Tabla 3. Promedios de circunferencia del tallo de banano.....           | 31 |
| Tabla 4. Promedio del número de hojas por planta.....                   | 32 |
| Tabla 5. Promedio del número de manos por racimo .....                  | 33 |
| Tabla 6. Promedio del número de dedos por racimo .....                  | 34 |
| Tabla 7. Promedios del peso del racimo (kg) .....                       | 35 |
| Tabla 8. Promedios del rendimiento de cajas de banano .....             | 36 |
| Tabla 9. Análisis económico entre tratamientos.....                     | 37 |
| Tabla 10. Datos estadísticos de circunferencia del tallo (cm) .....     | 51 |
| Tabla 11. Análisis estadístico de circunferencia del tallo (cm) .....   | 51 |
| Tabla 12. Datos estadísticos de número de hojas/planta.....             | 52 |
| Tabla 13. Análisis estadístico de número de hojas/planta .....          | 52 |
| Tabla 14. Datos estadísticos de número de manos/racimo .....            | 53 |
| Tabla 15. Análisis estadístico de número de manos/racimo .....          | 53 |
| Tabla 16. Datos estadísticos de número de dedos/racimo .....            | 54 |
| Tabla 17. Análisis estadístico de número de dedos/racimo .....          | 54 |
| Tabla 18. Datos estadísticos del peso del racimo (kg).....              | 55 |
| Tabla 19. Análisis estadístico del peso del racimo (kg).....            | 55 |
| Tabla 20. Datos estadísticos del rendimiento de cajas de banano .....   | 56 |
| Tabla 21. Análisis estadístico del rendimiento de cajas de banano ..... | 56 |

## Índice de figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Diseño experimental (DBCA) .....               | 50 |
| Figura 2. Inicio del ensayo experimental.....            | 57 |
| Figura 3. Delimitación de bloques .....                  | 57 |
| Figura 4. Señalización de tratamientos .....             | 58 |
| Figura 5. Primera fertilización del cultivo.....         | 58 |
| Figura 6. Toma de datos de circunferencia del tallo..... | 59 |
| Figura 7. Datos del conteo de hojas.....                 | 59 |
| Figura 8. Toma de datos agronómico del banano.....       | 60 |
| Figura 9. Finalización del ensayo experimental .....     | 60 |

## Resumen

El presente ensayo experimental fue realizado en el cantón Balao, Provincia del Guayas. Con las siguientes coordenadas geográficas: x: -2,9041180 y: -79,7695240. El objetivo general fue evaluar el efecto de la combinación de macronutrientes sobre el rendimiento en el cultivo de banano (*Musa AAA*). Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), comprendido por cinco tratamientos mencionados anteriormente bajo cuatro repeticiones. Las necesidades calculadas previo a un análisis de suelo son 300 kg N/ha – 60 kg P/ha y 360 kg K/ha. Las mismas que fueron aplicadas mediante diferentes formulaciones. Los tratamientos están dados bajo la aplicación de diferentes fórmulas de macronutrientes, con el uso de fertilizantes en el cultivo de banano de forma edáfica. Además, un testigo comercial a base de nitrógeno. Los tratamientos son: T1 Sulfato de amonio + DAP + Muriato de potasio, T2: Urea + DAP + Muriato de potasio, T3: Nitrato de potasio + DAP + Muriato de potasio, T4: Nitrato de amonio + DAP + Muriato de potasio y T5: Testigo comercial. Las variables en estudio son: circunferencia del tallo, número de hojas, número de manos, número de dedos, peso del racimo, rendimiento de cajas y análisis beneficio costo. Los resultados mostraron que los tratamientos 1 y 3 presentaron mayor efectividad en la plantación, con promedios superiores al resto de tratamientos. De la misma manera el rendimiento de ambos tratamientos fue más alto con 1115 cajas/ha y 1113 cajas/ha de banano respectivamente y su beneficio costo fue \$1,58 para ambos tratamientos.

**Palabras clave:** banano, DAP, *Musa*, muriato de potasio, sulfato de amonio.

### Abstract

The present experimental trial was carried out in the Balao canton, Guayas Province. With the following geographic coordinates: x: -2.9041180 y: -79.7695240. The general objective was to evaluate the effect of the combination of macronutrients on the yield in the banana crop (*Musa AAA*). A completely randomized block design (DBCA) was used, comprising five treatments mentioned above under four repetitions. The calculated needs prior to a soil analysis are 300 kg N/ha – 60 kg P/ha and 360 kg K/ha. The same ones that were applied by means of different formulations. The treatments are given under the application of different formulas of macronutrients, with the use of fertilizers in the cultivation of bananas in an edaphic way. In addition, a commercial control based on nitrogen. The treatments are: T1 Ammonium sulfate + DAP + Potassium muriate, T2: Urea + DAP + Potassium muriate, T3: Potassium nitrate + DAP + Potassium muriate, T4: Ammonium nitrate + DAP + Potassium muriate and T5 : Commercial witness. The variables under study are: stem circumference, number of leaves, number of hands, number of fingers, bunch weight, box yield and cost-benefit analysis. The results showed that treatments 1 and 3 presented greater effectiveness in the plantation, with higher averages than the rest of the treatments. In the same way, the yield of both treatments was higher with 1115 boxes/ha and 1113 boxes/ha of banana, respectively, and its cost benefit was \$1.58 for both treatments.

**Keywords:** banana, DAP, *Musa*, potassium muriate, ammonium sulfate.

## 1. Introducción

### 1.1 Antecedentes del problema

Actualmente el cultivo de banano es una de las actividades económicas del sector agrícola más relevantes en el país. Como producto de exportación se lo considera muy importante en el desarrollo económico, además, desde la perspectiva social brinda fuentes de trabajo considerándose valioso para la seguridad alimentaria del país (Tigasi, 2017).

Además, en el país se menciona que existen aproximadamente 43 000 hectáreas, lo cual desencadena al menos 40 000 empleos para la población de manera directa. A finales del año 2016 el sector bananero exportó el 9,6% de bienes a Costa Rica y el 36,70% de exportaciones agrícolas. Esto representa un 2% de PIB costarricense y 38,60% de PIB agrícola (Arata, 2020).

Se considera que, para la obtención de un mejor desarrollo del banano, este requiere de ciertas condiciones como es el tipo de suelo, dentro del cual su pH debe ser entre 6,5 a 7 pH, es decir, ni tan ácido ni tan básico, sino término medio. Además, debe poseer abundante materia orgánica que permita a la planta absorber los nutrientes esenciales para su desarrollo (Román y Ruíz, 2021).

Esto es importante en la plantación bananera, debido que, la escasez de fertilidad en los suelos dedicados a este cultivo, vuelven limitante la producción, para esto, se ha empleado diferentes técnicas agrícolas como la fertilización que ayuda no solamente evaluar la materia orgánica del suelo, sino a obtener un buen resultado y sepamos los nutrientes que son requeridos por la planta en cada fase de su desarrollo (Macas, 2021).

Por lo tanto, la correcta utilización de fertilizantes ayuda a incrementar la productividad del cultivo de banano y este logra incrementar la rentabilidad del agricultor. Por esto, se comprueba que una musácea requiere nutrientes en su fase

vegetativa para desarrollarse adecuadamente y obtiene mayor respuesta ante el uso del nitrógeno, fósforo y potasio (Vivas *et al.*, 2017).

## **1.2 Planteamiento y formulación del problema**

### **1.2.1 Planteamiento del problema**

El cultivo de banano es uno de los más significativos en el país, por las características que posee y sirve de alimento para las familias ecuatorianas, sin embargo, existen bajos rendimientos por el mal uso de fertilizantes en el cultivo originando pérdidas económicas para el agricultor.

El banano al no recibir la dosis adecuada de macronutrientes presenta problemas en los órganos de la planta, desde la clorosis hasta la disminución de rendimientos de fruta. Es por tal motivo, que el presente ensayo tiene como finalidad evaluar el efecto de la combinación de macronutrientes, de forma edáfica para estimular el desarrollo de la fruta y aumente su producción.

### **1.2.2 Formulación del problema**

¿Cuál será el efecto de la combinación de macronutrientes sobre el rendimiento de fruto en el cultivo de banano (*Musa AAA*), en la zona de Balao, Provincia del Guayas?

## **1.3 Justificación de la investigación**

El cultivo de banano al ser uno de los productos de mayor exportación del país, requiere ciertos cuidados como el manejo de enfermedades, nemátodos, insectos y fertilización. Esta última es la causante de frutos de baja calidad y baja rentabilidad para los agricultores. Por esto, es necesario crear planes de fertilización que mantenga a la planta nutrida y no sea susceptible ante otros daños (Izquierdo y Armas, 2018).

Por lo tanto, es importante el manejo de nutrientes minerales en la planta de banano, puesto que en el suelo muchas veces, no cuenta con materia orgánica y se requiere la aplicación de fertilizantes que cubran sus necesidades. El presente trabajo se justifica con la importancia del nitrógeno, fósforo y potasio en la planta de banano, los cuales brindan las propiedades que mejoran el desarrollo del fruto y producción, aumentando la rentabilidad de los agricultores en la zona de Balao.

#### **1.4 Delimitación de la investigación**

El experimento fue ejecutado en la Zona agrícola del Cantón Balao, Provincia del Guayas, entre los meses de junio a noviembre del año 2021.

#### **1.5 Objetivo general**

Evaluar el efecto de la combinación de macronutrientes sobre el rendimiento en el cultivo de banano (*Musa AAA*), Balao, Guayas.

#### **1.6 Objetivos específicos**

- Evaluar si las condiciones de macronutrientes inciden en el desarrollo de la planta.
- Determinar la combinación de macronutrientes que alcance el mayor rendimiento de fruta.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos mediante la relación beneficio/costo.

#### **1.7 Hipótesis**

Uno de tratamientos en estudio permitió incrementar el rendimiento de fruta en el cultivo de banano en la zona de estudio.



## 2. Marco teórico

### 2.1 Estado del arte

Tacuri (2020), evaluó un método de fertilización bajo un diseño de bloques completamente al azar con tres tratamientos y tres repeticiones del cual se obtuvo 30 unidades experimentales por cada repetición. Los tratamientos son: T1: Nitrato de potasio + Fosil shell agro + ácido bórico + óxido de zinc; T2: sulfato de potasio + Fosil shell agro + ácido bórico + óxido de zinc; T3: Muriato de potasio + Fosil shell agro + ácido bórico + óxido de zinc y T4: Testigo. Los resultados mostraron que, los tratamientos 1 (nitrato de potasio) y 2 (sulfato de potasio) presentaron mayor promedio en el número de hojas con 24,3 hojas. Con respecto al número de manos y número de dedos de la mano sobresalió el T3 Muriato de potasio con 8 manos y 26 dedos. Mientras el nitrato de potasio generó mayor peso del racimo con 35 kg promedio.

Villaseñor et al., (2020), determinaron la dosis óptima de fertilización a través de diferentes dosis de nitrato de potasio en el banano. Se empleó un diseño de bloques completos al azar comprendido por cinco tratamientos y cinco repeticiones. Los resultados mostraron que para una adecuada dosis óptima de fertilización es de 584 y 575 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, la cual generan mayor peso del racimo y productividad del cultivo.

Bazurto (2018), valoró el uso de macronutrientes en musáceas con diferentes niveles de nitrógeno y fósforo bajo un diseño de bloques completamente al azar comprendido por tres repeticiones y un arreglo factorial AxB, lo cual generó seis tratamientos. Los resultados mostraron que se encontró mayor cantidad de nutrientes con K<sub>2</sub>O, mientras P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> presentó menos exportación de nutrientes.

Barre (2018), determinó el uso de macronutrientes en plátano con diferentes niveles de nitrógeno y potasio, el diseño utilizado fue bloques completos al azar con tres repeticiones y un arreglo factorial AxB. Los resultados mostraron que las dosis bajas obtuvieron un mayor rendimiento con 100 kg/ha de nitrógeno y en cuanto a las propiedades del suelo químicas se demostró que al nitrógeno en mayor proporción.

Vivas *et al* (2017), determinaron el rendimiento y eficacia de nutrientes minerales (nitrógeno, fósforo y potasio) en musáceas. Las dosis establecidas fueron baja, media y alta. Los resultados manifestaron que el rendimiento más alto fue dado por 150-60-200 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno, fósforo y potasio con 18 613 kg/ha.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Generalidades del banano**

El banano es considerado una planta perenne y grande. Es considerada así, debido que la base de la planta nace de un brote llamado hijo, este reemplaza a la madre. Por esto es mencionados los términos planta madre, hijos y nieto. Además, el tronco es dominado el pseudotallo de la planta (Troya, 2019).

Pertenece al género de las musáceas y es una especie que se adapta a diferentes condiciones edafoclimáticas}, sin embargo, cuando existen desbalances nutricionales aparecen falencias en su desarrollo y por ende en el rendimiento del fruto (Baridón *et al.*, 2017).

La fenología del banano se compone de tres fases, etapa infantil, etapa juvenil y periodo reproductivo. La primera comprende desde la germinación hasta la aparición de la primera hoja de la planta. La segunda inicio con la aparición de la hoja F10 y la tercera desde la diferenciación floral hasta la cosecha (Rodríguez, 2020).

### **2.2.2 Origen e importancia del cultivo**

El género *Musa* se originó en el continente asiático, donde diferentes autores mantienen su origen en el Indomalaya y se ha propagado al sur y oeste de Indonesia hasta llegar a Malasia y Hawái. Después se introdujo a Europa inicios del siglo X (Ganchozo, 2021).

Esta planta se cosecha desde más de 10 000 años y otros autores mencionan que sus primeros indicios fueron en Papúa, Nueva Guinea. Además, existe la teoría de la llegada del banano a desarrollarse en América las especie *E. acuminata* y *E. balbisiana* (Delgado, 2019).

Esta fruta es muy relevante en la economía mundial, se cosecha en mas de 150 países y sirve de alimento. India lidera la productividad del banano con el 18%, mientras los países en desarrollo representan un tercio de la productividad en el mundo (Galecio *et al.*, 2020).

En el Ecuador es considerada una fruta significativa en el sector agrícola con un promedio de 36,21 tn/ha de producción de las zonas productoras, además su mayor parte se exporta a Europa con el 30%. Un tercio de dichas exportaciones se originan del Ecuador y es un fruto de alto contenido nutritivo (Quevedo *et al.*, 2019).

### **2.2.3 Situación actual de la producción**

Actualmente este cultivo es muy significativo para la actividad económica del sector agrícola del país, además, brinda fuentes de trabajo en diferentes áreas de manera directa a los pequeños y medianos productores y simboliza un eslabón importante en la convicción alimentaria (Tigasi, 2017).

Las exportaciones del banano del año 2020 crecieron del 7% al 15% en dólares en comparación con el año 2019. Además, la cámara de Comercio de Quito, manifiesta que entre enero y noviembre del 2020 la exportación de banano generó

\$ 3 389 de ingresos, siendo los principales destinos Medio Oriente, Estados Unidos, Asia Orienta, Unión Europea y Rusia (Cámara marítima del Ecuador, 2021).

#### **2.2.4 Descripción taxonómica y botánica de la planta**

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Zingiberales

Familia: Musáceas

Género: *Musa*

Especie: *paradisiaca*

Nombre: *Musa paradisiaca* L. (Benítez, 2017).

El sistema radicular se forma de la presencia de muchas raíces primarias, secundarias y terciarias. Las raíces primarias se dividen en horizontales y verticales que se entrecruzan y es lo que da el anclaje a la planta, esto se denomina como pioneras a las verticales (Escobedo, 2018).

Además, está formado por el tallo que modificado (cormo) da origen a las raíces y peciolo de las hojas, donde se formará la parte aérea y del cual nace el pseudotallo, los hijos nacen horizontalmente mediante el desarrollo orto trópico de la planta (Huarquilla, 2017).

La hoja se compone por cuatro elementos que son el peciolo, vaina, lámina y ápice, lo cual depende de la edad fisiológica del banano para desarrollarse comúnmente. Las hojas componen la parte aérea de la planta y requiere los nutrientes necesarios para su desarrollo (Nivelo, 2017).

El tallo floral se origina a partir del pseudotallo del cual sobresale de la planta y brota la última hoja llamada cigarro. Primero aparecen las flores femeninas, el

ovario nace de un fruto sin semilla mediante la partenocarpia. Al tiempo que nacen las hojas modificadas sobresale las flores femeninas y se aglomeran del cual se desarrollan las manos (frutos) (Guerrero, 2017).

Las manos o los frutos del banano son de forma curvada y redondeada en sección transversal, la cual es protegida por la epidermis y dentro se encuentra la pulpa (tejido lleno de células y de almidón). Son considerados bayas falsas y se agrupan en anos alrededor del racimo, su medida promedio es de 20 a 40 cm de longitud con cuatro a siete cm de diámetro (González, 2017).

### **2.2.5 Técnicas del cultivo**

Una de las labores del cultivo es el manejo de malezas que es un grave problema si no se realiza a tiempo. Las malas hierbas compiten por agua, luz, nutrientes y espacio, además, se vuelven hospedadoras de insectos y enfermedades que afectan al banano, por lo tanto, entre los métodos a utilizarse puede ser culturales, químico y mecánicos (Araujo, 2019).

Este cultivo requiere de un riego abundante y adecuado, por lo tanto, necesita mantener un suministro de agua frecuente y pueda desarrollarse la planta de manera adecuada, siendo el más utilizado por la mayoría de agricultores el sistema de riego por aspersión (Saavedra, 2017).

La labor del deshije es muy frecuente en la plantación bananera. Se empieza por el de formación del cual se requiere mantener en la cepa la planta madre, hijo y nieto. Después se realiza el de mantenimiento, el cual se baja en la eliminación de hijos que no están en la producción y no afecten el desarrollo de las plantas productoras (Tenesaca, 2019).

El desflore es una técnica que tiene como objetivo desprender las flores de cada dedo enfundado, para librar a la planta de daños de punta de flor, o dedos

vecinos, además, ayuda en la formación del racimo y reduce la presencia de enfermedades e insectos (Crisanto, 2018).

El deschive se basa en la eliminación de manos, para evitar la presencia de insectos como los trips. Estos se encuentran en el suelo y permanecen allí hasta alcanzar la planta y ocasionar daños al fruto (León, 2018).

El proceso del enfunde brinda beneficios a la planta, el cual protege al racimo de diferentes daños originados por insectos. Deja a la planta limpia y esta a su vez brinda frutos de mayor calidad, el enfunde crea un microclima adecuado para el crecimiento del racimo (Miranda, 2021).

En explotaciones con destino a exportación se utiliza la práctica del embolse, la cual tiene ventajas como incrementar el crecimiento de los frutos en menor tiempo, mejorar la calidad del banano en general y reducir los daños mecánicos y de enfermedades en la fruta (Lacayo, 2018).

La cosecha es una de las labores finales en campo, este proceso permite la obtención de frutos en buen estado y de alta calidad, además, depende de diferentes factores y que deben tomarse en cuenta antes de iniciar, como la edad del fruto, calibre y demanda en el mercado (Castañeda, Guerrero, Renteros, & Villanueva, 2021).

### **2.2.6 Enfermedades que afectan al banano**

Una de las enfermedades que causan daño al banano es la Sigatoka negra producida por el hongo *Mycosphaerella Fijiensis*, se transmite por el aire y ocasiona daños en el rendimiento. Los daños aparecen en el área foliar de la planta y reduce la tasa de transpiración y fotosíntesis. A veces ocasiona daños en la maduración del fruto lo cual retarda la comercialización (Red agrícola, 2020).

Otra enfermedad que afecta al banano es la mancha cordana producida por el hongo *Cordana musae*. Es una enfermedad de importancia debido que se encuentra en muchos cultivos y su daño es en el área foliar, lo cual reduce la fotosíntesis de la planta y por ende la producción (Plantix, 2016).

### **2.2.7 Nutrición del banano**

La nutrición del cultivo es una de las labores más importantes en el banano, la cual busca obtener mayor rendimiento, mediante un programa de fertilización. Sin embargo, antes de esto se recomienda un análisis foliar y de suelo para determinar los nutrientes requeridos por la planta (Guevara, 2015).

El banano utiliza los nutrientes minerales presentes en el suelo después del trasplante hasta la floración de la planta. Luego la planta sigue su crecimiento y llena los racimo con los nutrientes que ha almacenado en la planta. De tal manera, que los programas de fertilización son recomendados hasta poco antes de la floración y luego se concentra en el hijo de sucesión (Espinosa y Mite, 2020).

#### **2.2.7.1 Fertilización edáfica**

Entre las principales restricciones de la fertilidad del suelo es el crecimiento y rendimiento del cultivo, el buen empleo de nutrientes favorece la fertilidad del suelo y el agricultor soluciona problemas nutricionales de la planta que ayuda a obtener mayor rendimiento (Castro, 2021).

Esto se caracteriza por la demanda de nutrientes del suelo ante el requerimiento de suministrar de manera equilibrada los principales nutrientes a la planta como el nitrógeno, fósforo y potasio bajo un nivel óptimo de producción y genere productividad al cultivo (González *et al.*, 2017).

### **2.2.8 Características de los fertilizantes a utilizar**

#### **2.2.8.1 Sulfato de amonio**

El sulfato de amonio es un fertilizante que satisface las necesidades de las plantas ante el elemento nitrógeno, además, favorece la filtración de diferentes nutrientes minerales como el fósforo y potasio, que gracias al azufre es de fácil asimilación y permite el correcto crecimiento de la planta (Univex, 2018).

Es muy utilizado en la agricultura y aparece en la producción de fórmulas balanceadas en la nutrición. Puede ser aplicado ampliamente en el suelo de manera edáfica y contiene cantidades considerable de azufre (Carbo, 2019).

### ***2.2.8.2 Fosfato diamónico***

Fosfato diamónico conocido como DAP, excelente fuente de nitrógeno y fósforo utilizado para la nutrición de las plantas. Posee alta solubilidad y se disuelve sin problemas en el suelo para liberar amonio y fosfato. Una característica notable es el pH alcalino que se forma (Suárez, 2019).

Es un fertilizante granulado de aplicación en el suelo. Posee los nutrientes primarios y es complejo para ser aplicado como monoproducto o en mezclas. Al ser una fuente de nitrógeno brinda a la planta mayor vigor (Eiansa, 2020).

### ***2.2.8.3 Muriato de potasio***

Es un fertilizante muy utilizado para el cultivo de banano y de alto contenido potásico, una de las ventajas de este compuesto es su bajo precio. A pesar de su contenido de cloro y que no es recomendable para diferentes cultivos, al banano no le causa problemas debido que la susceptibilidad de este elemento en el cultivo es baja (Espinoza, 2017).

La concentración del potasio es del 60% muy soluble y permite ser aplicado a diferentes cultivos. Puede ser empleado para un plan de fertilización ya sea de fondo o cubrir las carencias nutricionales de un cultivo. Es una fuente empleada en la agricultura (AEFA, 2021).



#### **2.2.8.4 Nitrato de potasio**

Fertilizante inorgánico, soluble que se aplica en el suelo, posee alto contenido de nitrógeno y potasio, además su fórmula respalda homogeneidad en su aplicación. El nitrógeno al ser uno de los macronutrientes es requerido por las plantas para su desarrollo vegetativo como es el crecimiento de tallo, hojas y aumentar la producción (Agripac, 2020).

El nitrato de potasio tiene una proporción relativa alta de potasio, es decir, N:K es de 1:3. Esta fórmula es muy significativa en condiciones que se requiere una fuente de nutrientes altamente solubles y libre de cloro (Infoagro, 2019)

#### **2.2.8.5 Nitrato de amonio**

Es un fertilizante granulado que contribuye en el abastecimiento de nitrógeno, del cual el 50% es de forma nítrica y el 50% restante de forma amoniacal. La forma nítrica se fija en la planta de forma inmediata a diferencia de la forma amoniacal que es más lenta (Fermagri, 2017).

Se traslada fácilmente con el agua en el suelo hacia las raíces, donde es absorbido rápidamente por la planta. Este fertilizante es muy utilizado por los agricultores para sus cultivos de hortalizas por su rápida absorción de la planta, además, los ganaderos la utilizan para pastos (Agrocentro, 2018).

## 2.3 Marco legal

### Asamblea Constituyente

#### Patrimonio natural y ecosistemas

- Art. 404.-** El patrimonio natural del Ecuador único e invaluable comprende, entre otras, las formaciones físicas, biológicas y geológicas cuyo valor desde el punto de vista ambiental, científico, cultural o paisajístico exige su protección, conservación, recuperación y promoción. Su gestión se sujetará a los principios y garantías consagrados en la Constitución y se llevará a cabo de acuerdo al ordenamiento territorial y una zonificación ecológica, de acuerdo con la ley.
- Art. 405.-** El sistema nacional de áreas protegidas garantizará la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas. El sistema se integrará por los subsistemas estatal, autónomo descentralizado, comunitario y privado, y su rectoría y regulación será ejercida por el Estado. El Estado asignará los recursos económicos necesarios para la sostenibilidad financiera del sistema, y fomentará la participación de las comunidades, pueblos y nacionalidades que han habitado ancestralmente las áreas protegidas en su administración y gestión. Las personas naturales o jurídicas extranjeras no podrán adquirir a ningún título tierras o concesiones en las áreas de seguridad nacional ni en áreas protegidas, de acuerdo con la ley.
- Art. 406.-** El Estado regulará la conservación, manejo y uso sustentable, recuperación, y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y amenazados; entre otros, los páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos y manglares, ecosistemas marinos y marinos-costeros.
- Art. 407.-** Se prohíbe la actividad extractiva de recursos no renovables en las áreas protegidas y en zonas declaradas como intangibles, incluida la explotación forestal. Excepcionalmente dichos recursos se podrán explotar a petición fundamentada de la Presidencia de la República y previa declaratoria de interés nacional por parte de la Asamblea Nacional, que, de estimarlo conveniente, podrá convocar a consulta popular.
- Art. 408.-** Son de propiedad inalienable, imprescriptible e inembargable del Estado los recursos naturales no renovables y, en general, los productos del subsuelo, yacimientos minerales y de hidrocarburos, sustancias cuya naturaleza sea distinta de la del suelo, incluso los que se encuentren en las áreas cubiertas por las aguas del mar territorial y las zonas marítimas; así como la biodiversidad y su patrimonio genético y el espectro radioeléctrico. Estos bienes sólo podrán ser explotados en estricto cumplimiento de los principios ambientales establecidos en la Constitución. El Estado participará en los beneficios del aprovechamiento de estos recursos, en un monto que no será inferior a los de la empresa que los explota. El Estado garantizará que los mecanismos de producción, consumo y uso de los recursos naturales y la energía preserven y recuperen los ciclos naturales y permitan condiciones de vida con dignidad (Constitución del Ecuador, 2012).

### **3. Materiales y métodos**

#### **3.1 Enfoque de la investigación**

##### **3.1.1 Tipo de investigación**

La presente investigación es tipo experimental y evaluó el efecto de la combinación de macronutrientes sobre el rendimiento de fruto en el cultivo de banano (*Musa AAA*) en el Cantón Balao Provincia del Guayas.

##### **3.1.2 Diseño de investigación**

Se utilizó un diseño experimental compuesto por la aplicación de formulaciones de N-P-K de forma edáfica al cultivo de banano. El cual está comprendido por cinco tratamientos.

#### **3.2 Metodología**

##### **3.2.1 Variables**

Según el tipo de investigación, se incluyen las variables.

###### **3.2.1.1. Variable independiente**

- Sulfato de amonio
- Nitrato de potasio
- Nitrato de amonio
- Fosfato diamónico
- Muriato de potasio

###### **3.2.1.2. Variable dependiente**

###### **3.2.1.2.1 Circunferencia del tallo (cm)**

A un metro de altura desde la base de la planta de banano se midió la circunferencia del pseudotallo con ayuda de una cinta métrica, los datos obtenidos fueron expresados en centímetros.

#### **3.2.1.2.2 Número de hojas**

A los 20 días de la primera aplicación se realizó el conteo de hojas de cada unidad experimental (planta de banano) durante la aparición de la bellota.

#### **3.2.1.2.3 Número de manos por racimos**

Se realizó el respectivo conteo de manos que presentaba cada uno de los racimos comerciales, para obtener el número total de manos, los datos fueron promediados por tratamientos.

#### **3.2.1.2.4 Número de dedos por racimo**

Se realizó el respectivo conteo de dedos que contenía cada racimo comercial, los datos obtenidos fueron promediados por tratamientos.

#### **3.2.1.2.5 Peso de racimo**

Al momento de la cosecha se tomaron los racimos comerciales y fueron pesados al llegar a la empacadora, los valores fueron expresados en kg, los datos se promediaron por tratamientos.

#### **3.2.1.2.6 Rendimiento cajas/ha**

Luego del desmane fueron llenadas las cajas para luego contabilizarlas por hectárea, promediando por cada tratamiento.

#### **3.2.1.2.7 Análisis Costo/Beneficio**

Al finalizar el ensayo experimental se medirá esta variable en base al rendimiento obtenido en cajas y presupuesto total con los costos aplicados en dicha investigación.

### **3.2.2 Tratamientos**

Los tratamientos están dados bajo la aplicación de diferentes fórmulas de macronutrientes, con el uso de fertilizantes en el cultivo de banano de forma edáfica. Además, un testigo comercial a base de nitrógeno. Los tratamientos fueron

aplicados al día 1, 30, 60 y 90 días respectivamente. A continuación, se detalla en la siguiente tabla:

**Tabla 1. Tratamientos en estudio**

| <b>N</b> | <b>Fórmulas de fertilizantes</b>         | <b>Dosis (kg/ha)<br/>N – P – K</b> | <b>Aplicaciones<br/>(Días)</b> |
|----------|--|------------------------------------|--------------------------------|
| T1       | Sulfato de Amonio+DAP+Murato de Potasio  | 300 – 60 – 350                     | 1 – 30 – 60 – 90               |
| T2       | Urea+DAP+Murato de Potasio               | 300 – 60 – 350                     | 1 – 30 – 60 – 90               |
| T3       | Nitrato de Potasio+DAP+Murato de Potasio | 300 – 60 – 350                     | 1 – 30 – 60 – 90               |
| T4       | Nitrato de Amonio+DAP+Murato de Potasio  | 300 – 60 – 350                     | 1 – 30 – 60 – 90               |
| T5       | Testigo comercial                        | 250 – 0 – 0                        | 1 – 30 – 60 – 90               |

Ramírez, 2022

### **3.2.3 Diseño experimental**

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), comprendido por cinco tratamientos mencionados anteriormente bajo cuatro repeticiones. Las necesidades calculadas previo a un análisis de suelo son 300 kg N/ha – 60 kg P/ha y 360 kg K/ha. Las mismas que fueron aplicadas mediante diferentes formulaciones. Para verificar el efecto de los tratamientos se evaluaron cinco plantas repetición, dando un total de 100 unidades experimentales o plantas de banano.

### **3.2.4 Recolección de datos**

#### **3.2.4.1. Recursos**

Entre los materiales utilizados están la plantación de banano, nitrato de amonio, sulfato de amonio, fosfato diamónico, murato de potasio, nitrato de potasio, guantes, baldes, bomba de fumigar, bomba de riego, machetes, letrero, equipo de medición, cintas, insecticidas, fungicidas, fundas plásticas, libreta de apuntes, bolígrafo, computadora, cámara fotográfica, etc.

#### **3.2.4.2. Métodos y técnicas**

Las plantas seleccionadas para este estudio fueron aquellas que presentaron tres metros de altura o también llamadas plantas +3.

Para el control de enfermedades como la Sigatoka negra producida por el hongo *Mycosphaerella fijiensis*, se realizan controles químicos como el uso de fungicidas sistémicos y protectantes, métodos culturales como mantener la plantación aireada, eliminando malezas y tejidos viejos.

Con respecto a la fertilización se realiza un análisis de suelo y al cultivo y de acuerdo a los resultados se genera un plan de fertilización de acuerdo a las condiciones agroecológicas. Lo ideal es aplicar de 16 a 18 sacos de urea/ha/año, 18 a 20 sacos de muriato de potasio, 2 a 4 sacos de DAP/ha/año (INIAP, 2014).

El riego debe realizarse en base a las necesidades del cultivo, el banano es muy exigente al agua y generalmente en el verano hay que realizar aplicaciones abundantes, debido que el 85% de la planta es agua (Herrera, 2020).

Para el control de malezas puede realizarse manejos mecánicos con la preparación de la tierra, pases de arado o el uso de segadoras que mantienen podadas las malezas, además, el control manual puede realizarse con machete, escardillas para mantenerlas (Rodríguez, 2020).

### 3.2.5 Análisis estadístico

Los datos fueron valorados estadísticamente mediante el análisis de varianza que se muestra a continuación y la comparación de medidas fue realizada con el Test de Tukey al 5% de probabilidad. Este análisis se realizó con el software InfoStat.

**Tabla 2. Esquema del análisis de varianza**

| Fuente de variación | Grados de libertad |
|---------------------|--------------------|
| Tratamientos        | 4                  |
| Repeticiones        | 3                  |
| Error experimental  | 12                 |
| Total               | 19                 |

Ramírez, 2022

## 4. Resultados

### 4.1 Circunferencia del tallo (cm)

El análisis de varianza de circunferencia del tallo de banano muestra letras diferentes, es decir, existe significancia entre los tratamientos. Considerándose el tratamiento 3 comprendido por Nitrato de potasio + DAP + Muriato de potasio el promedio más alto en comparación con el resto (67,55 cm). Seguidos del tratamiento 1 Sulfato de Amonio + DAP + Muriato de Potasio con 65,09 cm. El promedio más bajo fue dado por el testigo comercial con 63,50 cm promedio.

**Tabla 3. Promedios de circunferencia del tallo de banano**

| Tratamientos                                      | Promedio |
|---|----------|
| T1: Sulfato de Amonio + DAP + Muriato de Potasio  | 65,09 b  |
| T2: Urea + DAP + Muriato de Potasio               | 63,70 cd |
| T3: Nitrato de Potasio + DAP + Muriato de Potasio | 67,55 a  |
| T4: Nitrato de Amonio + DAP + Muriato de Potasio  | 64,32 c  |
| T5: Testigo comercial                             | 63,50 d  |
| CV  | 0,48     |

Ramírez, 2022

## 4.2 Número de hojas

El análisis de varianza al número de hojas por planta de banano muestra diferencias estadísticas entre varios tratamientos. Considerado que el tratamiento 1 Sulfato de Amonio + DAP + Muriato de Potasio y tratamiento 3 Nitrato de Potasio + DAP + Muriato de Potasio presentan el mismo promedio de 11 hojas por planta. Seguidos por el tratamiento 2 con 10 hojas promedio. De la misma manera el tratamiento 4 y 5 presentaron promedio semejante con 9 hojas. El coeficiente de variación generado fue 5,67%.

**Tabla 4. Promedio del número de hojas por planta**

| <b>Tratamientos</b>                               | <b>Promedio</b>  |
|---|------------------|
| T1: Sulfato de Amonio + DAP + Muriato de Potasio  | 11 <sup>a</sup>  |
| T2: Urea + DAP + Muriato de Potasio               | 10 <sup>ab</sup> |
| T3: Nitrato de Potasio + DAP + Muriato de Potasio | 11 <sup>a</sup>  |
| T4: Nitrato de Amonio + DAP + Muriato de Potasio  | 9 <sup>b</sup>   |
| T5: Testigo comercial                             | 9 <sup>b</sup>   |
| CV  | 5,67             |

Ramírez, 2022



### 4.3 Número de manos / racimo

El análisis de varianza al número de manos por racimo de banano expone letras diferentes, es decir, existe significancia los tratamientos. A diferencia del tratamiento 1 Sulfato de Amonio + DAP + Muriato de Potasio y tratamiento 3 Nitrato de Potasio + DAP + Muriato de Potasio presentan el mismo promedio de nueve manos promedio. De la misma manera el tratamiento 2 Urea + DAP + Muriato de Potasio y tratamiento 5 Testigo comercial señalan 8 manos promedio para ambos tratamientos. El coeficiente de variación generado fue 10,02%.

**Tabla 5. Promedio del número de manos por racimo**

| <b>Tratamientos</b>                               | <b>Promedio</b> |
|---|-----------------|
| T1: Sulfato de Amonio + DAP + Muriato de Potasio  | 9 <sup>a</sup>  |
| T2: Urea + DAP + Muriato de Potasio               | 8ab             |
| T3: Nitrato de Potasio + DAP + Muriato de Potasio | 9 <sup>a</sup>  |
| T4: Nitrato de Amonio + DAP + Muriato de Potasio  | 7b              |
| T5: Testigo comercial                             | 8ab             |
| CV  | 10,02           |

Ramírez, 2022

#### 4.4 Número de dedos / racimo

El análisis estadístico de datos al número de dedos por racimo manifiesta letras diferentes, es decir, existe significancia entre los tratamientos expuestos. A diferencia del tratamiento 1 Sulfato de Amonio + DAP + Muriato de Potasio y tratamiento 3 Nitrato de Potasio + DAP + Muriato de Potasio que poseen promedios entre 161 y 162 dedos por racimo. El promedio más bajo fue dado por el tratamiento 4 Nitrato de Amonio + DAP + Muriato de Potasio con 134 dedos por racimo. El CV generado en la variable fue 1,18%.

**Tabla 6. Promedio del número de dedos por racimo**

| Tratamientos                                      | Promedio |
|---|----------|
| T1: Sulfato de Amonio + DAP + Muriato de Potasio  | 162 a    |
| T2: Urea + DAP + Muriato de Potasio               | 137 bc   |
| T3: Nitrato de Potasio + DAP + Muriato de Potasio | 161 a    |
| T4: Nitrato de Amonio + DAP + Muriato de Potasio  | 134 c    |
| T5: Testigo comercial                             | 138 b    |
| CV  | 1,18     |

Ramírez, 2022

#### 4.5 Peso del racimo (kg)

La variable del peso de racimo bajo el análisis de varianza manifiesta diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados. De la misma manera, el T1 Sulfato de Amonio + DAP + Muriato de Potasio y T3 Nitrato de Potasio + DAP + Muriato de Potasio poseen los promedios más altos con 40,44 kg y 40,39 kg respectivamente, seguido por el tratamiento 4: Nitrato de Amonio + DAP + Muriato de Potasio con 38,44 kg. Mientras el promedio más bajo fue dado por el tratamiento 2 Urea + DAP + Muriato de Potasio con 37,62 kg.

**Tabla 7. Promedios del peso del racimo (kg)**

| <b>Tratamientos</b>                               | <b>Promedio</b> |
|---|-----------------|
| T1: Sulfato de Amonio + DAP + Muriato de Potasio  | 40,44 a         |
| T2: Urea + DAP + Muriato de Potasio               | 37,62 c         |
| T3: Nitrato de Potasio + DAP + Muriato de Potasio | 40,39 a         |
| T4: Nitrato de Amonio + DAP + Muriato de Potasio  | 38,44 b         |
| T5: Testigo comercial                             | 38,28 bc        |
| CV  | 0,89            |

Ramírez, 2022

#### 4.6 Rendimiento de cajas/ha

La variable del rendimiento de cajas de banano bajo el análisis de varianza manifiesta diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados. Sin embargo, el T1 Sulfato de Amonio + DAP + Muriato de Potasio y T3 Nitrato de Potasio + DAP + Muriato de Potasio poseen los promedios más altos con 1115 cajas/ha y 1113 cajas/ha respectivamente, seguido por el tratamiento 4: Nitrato de Amonio + DAP + Muriato de Potasio con 1060 cajas/ha. De la misma manera que el tratamiento 2 comprendido por Urea + DAP + Muriato de Potasio posee el rendimiento más bajo con 1037 cajas/ha.

**Tabla 8. Promedios del rendimiento de cajas de banano**

| <b>Tratamientos</b>                               | <b>Promedio</b> |
|---|-----------------|
| T1: Sulfato de Amonio + DAP + Muriato de Potasio  | 1115 a          |
| T2: Urea + DAP + Muriato de Potasio               | 1037 c          |
| T3: Nitrato de Potasio + DAP + Muriato de Potasio | 1113 a          |
| T4: Nitrato de Amonio + DAP + Muriato de Potasio  | 1060 b          |
| T5: Testigo comercial                             | 1055 bc         |
| CV  | 0,88            |

Ramírez, 2022

#### 4.7 Análisis costo beneficio

El análisis beneficio costo se compone del rendimiento de cajas obtenida en la plantación por hectárea, precio de cajas, costos totales, ingreso y beneficio neto de cada tratamiento evaluado. Esta tabla manifiesta que los tratamientos 1 Sulfato de Amonio + DAP + Muriato de Potasio y tratamiento 3 Nitrato de Potasio + DAP + Muriato de Potasio presentaron mayor rendimiento en cajas y su beneficio neto fue el más alto en comparación con los demás tratamientos con \$4509,00 y \$4495,80 respectivamente. Así el beneficio costo de ambas fue un valor rentable \$1,58. Mientras el valor de los demás tratamientos osciló entre \$1,40 y \$1,45.

**Tabla 9. Análisis económico entre tratamientos**

| COMPONENTES              | T1: Sulfato de Amonio + DAP + Muriato de Potasio | T2: Urea + DAP + Muriato de Potasio | T3: Nitrato de Potasio + DAP + Muriato de Potasio | T4: Nitrato de Amonio + DAP + Muriato de Potasio | T5: Testigo comercial |
|--------------------------|--|-------------------------------------|---|--|-----------------------|
| Rendimiento Cajas        | 1115   | 1037                                | 1113  | 1060   | 1055                  |
| Precio de caja \$        | 6,60   | 6,60                                | 6,60  | 6,60   | 6,60                  |
| Costo fijo (\$)          | 2500   | 2500                                | 2500  | 2500   | 2500                  |
| Costo Variable (\$)      | 350  | 350                                 | 350   | 350  | 350                   |
| Costo Total              | 2850   | 2850                                | 2850  | 2850   | 2850                  |
| Ingreso Bruto (\$)       | 7359,00  | 6844,20                             | 7345,80   | 6996,00  | 6963,00               |
| Beneficio Neto (\$)      | 4509,00  | 3994,20                             | 4495,80   | 4146,00  | 4113,00               |
| Relación BENEFICIO/COSTO | 1,58   | 1,40                                | 1,58  | 1,45   | 1,44                  |

Ramírez, 2022

## 5. Discusión

De acuerdo a la evaluación de los macronutrientes, estos incidieron en el desarrollo de la planta, siendo la combinación de nitrato de potasio + DAP + muriato de potasio que aumentó el promedio de la circunferencia del tallo a 67,55 cm, de la misma manera dicha combinación produjo el promedio más alto a 10 hojas promedio.

Así mismo, Tacuri (2020), corrobora que el uso de los macronutrientes nitrato de potasio y sulfato de potasio incrementa el número de hojas en el banano, obteniendo 24 hojas en su evaluación. Mientras, Palma (2019), manifiesta que la combinación de sulfato de amonio + urea + muriato de potasio presentaron altos promedios en las variables agronómicas de musáceas.

Se determinó la combinación de macronutrientes apropiada que generó mayor rendimiento de cajas de banano, siendo el tratamiento 1 Sulfato de Amonio + DAP + Muriato de Potasio y tratamiento 3 Nitrato de Potasio + DAP + Muriato de Potasio que obtuvieron el mismo promedio de nueve manos promedio. Con respecto al peso del racimo, los mismos tratamientos presentaron promedios altos con 40,44 kg y 40,39 kg respectivamente. Así el rendimiento de cajas de banano por hectárea fue 1115 cajas/ha y 1113 cajas/ha, seguido por el tratamiento 4: Nitrato de Amonio + DAP + Muriato de Potasio con 1060 cajas/ha.

Por lo tanto, Tacuri (2020), señala también que el nitrato de potasio generó mayor peso del racimo con 35 kg promedio. Mientras, Vivas (2017), mencionan que en su determinación del rendimiento de musáceas que la combinación del nitrógeno, fosforo y potasio alcanzó mayor rendimiento del cultivo.

Realizado el análisis económico de los tratamientos se obtuvo que la combinación del Sulfato de Amonio + DAP + Muriato de Potasio y la combinación

Nitrato de Potasio + DAP + Muriato de Potasio presentaron mayor beneficio neto en comparación con los demás tratamientos con \$4509,00 y \$4495,80 respectivamente. Así el beneficio costo de ambas fue un valor rentable \$1,58.

Así, Espinoza (2017), afirma que el uso de muriato de potasio brinda efectos positivos a la planta de banano, y las combinaciones con este compuesto genera mayor rentabilidad \$1,62 por cada dólar invertido.

## 6. Conclusiones

Con base a los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

Las condiciones de los macronutrientes fueron apropiadas para la planta de banano, siendo el tratamiento 3 que presentó el promedio más alto en su desarrollo agronómico: circunferencia de tallo (67,55 cm) y número de hojas (11 hojas).

Las combinaciones de los macronutrientes sulfato de amonio + DAP + muriato de potasio y nitrato de potasio + DAP + muriato de potasio alcanzaron mayor rendimiento de cajas de banano con 1115 cajas.

Los tratamientos 1 Sulfato de Amonio + DAP + Muriato de Potasio y tratamiento 3 Nitrato de Potasio + DAP + Muriato de Potasio presentaron el valor más alto de beneficio costo \$1,58.



## 7. Recomendaciones

De acuerdo a los resultados se recomienda:

Realizar un plan de fertilización de acuerdo a las necesidades del cultivo de banano (macroelementos), con la finalidad de mejorar su desarrollo agronómico.

Aplicar combinaciones de macronutrientes como el sulfato de amonio, DAP, muriato de potasio y nitrato de potasio, debido que dichos componentes optimizan la productividad del banano.

Capacitar a pequeños y medianos productores bananeros sobre la importancia de las combinaciones de macronutrientes que mejoran la producción y ayudan a incrementar su rentabilidad.

## 8. Bibliografía

- AEFA. (12 de agosto de 2021). *Muriato de potasio*. Obtenido de <https://aefa-agronutrientes.org/muriato-de-potasio>
- Agripac. (2020). *Nitrato de potasio*. Obtenido de <https://agripac.com.ec/productos/nitrato-de-potasio/>
- Agrocentro. (04 de noviembre de 2018). *Usos del Nitrato de Amonio en la Agricultura*. Obtenido de <http://www.agrocentrochile.cl/blog/usos-del-nitrato-de-amonio-en-la-agricultura>
- Arata, J. (2020). *Relación de las condiciones climáticas y el manejo de la fertilización con el estado nutritivo y el rendimiento del cultivo de banano (Musa AAA cv Cavendish) en el cantón de Parrita, Puntarenas, Costa Rica*. Instituto Tecnológico de Costa Rica, San Carlos. Obtenido de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/12275>
- Araujo, K. (2019). *Manejo ecológico de cochinilla *Dysmicoccus texensis* Hemiptera Pseudococcidae en bananera convencional en el cantón Naranjal*. Universidad de Guayaquil. Guayas: UG. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/45250>
- Baridón, E., Vailatti, R., Rachoski, A., & Villarreal, J. (2017). Fertilización de banano (*Musa paradisiaca* L.) en Formosa, Argentina: Rendimientos y resultados económicos. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica*, 1-6. Obtenido de <https://fertilizar.org.ar/wp-content/uploads/2021/09/13.pdf>
- Barre, H. (2018). *Uso eficiente de macronutrientes en plátano curare (Musa AAB) con niveles de nitrógeno y potasio*. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Ecuador: ULEAM. Obtenido de <https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/2321>

- Bazurto, F. (2018). *Uso eficiente de macronutrientes en plátano dominico - hartón (Musa AAB)*. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Ecuador: ULEAM. Obtenido de <https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/2320>
- Benítez, P. (2017). *Alteraciones que no permiten cumplir con los estándares de calidad del banano para exportación en la hacienda María Antonieta*. Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25053>
- Cámara marítima del Ecuador. (2021). *Estos son los factores que han impulsado el crecimiento del sector bananero en los últimos años*. Obtenido de <http://www.camae.org/banano-ecuadoriano/estos-son-los-factores-que-han-impulsado-el-crecimiento-del-sector-bananero-en-los-ultimos-anos/>
- Carbo, J. (2019). *Absorción de Nitrógeno en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.) en la zona de Cedegé, Babahoyo*. Universidad Técnica de Babahoyo. Los Ríos: UTB. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/5449>
- Castañeda, R., Guerrero, J., Renteros, B., & Villanueva, J. (2021). *Detección de nutrientes del suelo y planta, y pestes en campos de cultivo de banano orgánico con Machine Learning*. Universidad de Piura. Perú: UDEP. Obtenido de <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/5204>
- Castro, A. (2021). *Sistema experto para determinar el nivel de nutrientes en el cultivo de banano orgánico*. Empresa Ana Banana S.A.C. Piura 2019. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Perú: USAT. Obtenido de <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/4179>
- Constitución del Ecuador. (2012). *Asamblea Constituyente*. Obtenido de Patrimonio natural y ecosistemas: <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/08/Constitucion.pdf>

- Crisanto, A. (2018). *Manejo integrado del trips de la Mancha Roja (chaetanaphothrips signipennis) en el cultivo de banano orgánico, valle del Alto Chira, caserío Chalacalá-Sullana*. Universidad Nacional de Piura. Perú: UNP. Obtenido de <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1284>
- Delgado, A. (2019). *Maceración del pseudotallo en banano utilizando microorganismos de montaña en combinación con fertilizantes químicos para estimular el crecimiento del retorno*. Universidad Técnica de Machala. El Oro: UTMACH. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/13844>
- Eiansa. (22 de abril de 2020). *Fosfato Diamónico (DAP)*. Obtenido de <https://empresasiansa.cl/insumos-agricolas/productos/fosfato-diamonico-dap/>
- Escobedo, J. (2018). *Efecto del número de hijos sobre el rendimiento y calidad del banano orgánico (Musa paradisiaca) variedad William para exportación*. Universidad Nacional de Piura. Perú: UNP. Obtenido de <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1667>
- Espinosa, J., & Mite, F. (2020). Estado actual y futuro de la nutrición y fertilización del banano. *International Plant Nutrition Institute*, 1-14. Obtenido de <http://www.bananotecnia.com/wp-content/uploads/2020/07/Nutricion-banano-IPNI.pdf>
- Espinoza, J. (2017). *Efecto de la aplicación de Muriato de Potasio y Microorganismos eficientes (EM) en el cultivo de Banano (Musa AAA) en el periodo de floración a cosecha, en la zona de Quevedo*. Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2460/1/T-UTEQ-0079.pdf>

- Fermagri. (2017). *Nitrato de amonio*. Obtenido de <http://www.fermagri.com/nitrato-de-amonio.html>
- Galecio, M., León, K., & Aguilar, R. (2020). Efecto de fuentes orgánicas y microorganismos eficientes en el rendimiento del cultivo de banano orgánico (*Musa spp. L.*). *Revista Manglar*, 17(4), 301-306. Obtenido de <https://erp.untumbes.edu.pe//revistas/index.php/manglar/article/view/195>
- Ganchozo, N. (2021). *Respuesta agronómica del cultivo de banano (*Musa paradisiaca*) a la aplicación de ácidos húmicos*. Universidad Técnica de Cotopaxi. La Maná: UTC. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/7742>
- González, C. (2017). *Efecto de la sustitución del cloruro de potasio por el nitrato de potasio en un programa de fertilización bananero*. Universidad Técnica de Machala. El Oro: UTMACH. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/10636>
- González, C., Villaseñor, D., & Huarquilla, W. (2017). Respuesta de diferentes dosis y fuentes de fertilización potásica sobre la productividad del banano (*Mussasp*). *Conference Proceedings UTMACH*, 2(1), 223-235.
- Guerrero, J. (2017). *Evaluación de microorganismos entomopatogenos y trampas para el control de (*Chaetanaphothrips signipennis*) THRIPS "de la Mancha Roja" en el cultivo de Banano Orgánico en el valle del Chira*. Universidad Nacional de Piura. Perú: UNP. Obtenido de <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1260>
- Guevara, R. (2015). *Analizar los costos de producción de una caja de banano convencional de la hacienda Los Tamarindos del sitio Jumón Santa Rosa*.

- Universidad Técnica de Machala. El Oro: UTMACH. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/2008>
- Herrera, R. (2020). *Incidencia De La Programacion Del Riego En La Producción De Banano De La Finca Santa Martha*. Universidad Agraria del Ecuador. Milagro : UAE.
- Huarquilla, W. (2017). *Efecto de diferentes dosis de fertilización mineral sobre la respuesta productiva del cultivo de banano en el cantón Machala*. Universidad Técnica de Machala. El Oro: UTMACH. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/10637>
- Infoagro. (noviembre de 25 de 2019). *Uso eficiente del potasio en agricultura: Absorción y adecuación de su aplicación*. Obtenido de [https://www.infoagro.com/documentos/uso\\_eficiente\\_del\\_potasio\\_agricultura\\_\\_absorcion\\_y\\_adequacion\\_su\\_aplicacion\\_.asp](https://www.infoagro.com/documentos/uso_eficiente_del_potasio_agricultura__absorcion_y_adequacion_su_aplicacion_.asp)
- INIAP. (2014). *Banano - iniap tecnologia*. Obtenido de <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mmusa/rbanano>
- Izquierdo, M., & Armas, M. (2018). Propuesta de un protocolo de fertilización como una estrategia para el control de nematodos en el cultivo de banano. *Revista científica ciencias naturales*, 12(1), 31-42.
- Lacayo, E. (2018). *Evaluación de coberturas de racimo sobre la producción de fruto de plátano; Tiquisate, Escuintla*. Tesis de grado, Universidad Rafael Landivar, Escuintla. Obtenido de <http://biblio3.url.edu.gt/publijrcifuentes/TESIS/2018/06/17/Lacayo-Edwin.pdf>
- León, J. (2018). *Evaluación de la funda protectora impregnada con Bifentrina sobre el daño de la "mancha roja" causado por Chaetanaphotrips signipennis en*

- banano*. Universidad Técnica de Babahoyo. Los Ríos: UTB. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/5023>
- Macas, V. (2021). *Fuentes de nitrógeno: dosis y efectos sobre variables agronómicas del cultivo de banano*. Universidad Técnica de Machala. El Oro: UTMACH. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/17479>
- Miranda, K. (2021). *Efectos de la fertilización inyectada en plantas de banano (musa x paradisiaca l.) en diferentes estados fenológicos*. Universidad Técnica de Machala. El Oro: UTMACH. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/16557>
- Nivelo, J. (2017). *Incidencia del manejo del retorno en la producción del cultivo de banano subgrupo cavendish en la provincia de El Oro*. Universidad Técnica de Machala. El Oro: UTMACH. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/10531>
- Palma, A. (2019). *Efectos de la fertilización sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de plátano (Musa AAB) en la provincia del Guayas*. Universidad Técnica de Babahoyo. Los Ríos: UTB. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6909?show=full>
- Plantix. (2016). *Cordana del plátano*. Obtenido de <https://plantix.net/es/library/plant-diseases/100216/leaf-blotch-of-banana>
- Quevedo, J., Delgado, A., Tuz, I., & García, R. (2019). Evaluación de la aplicación de fertilizante al pseudotallo de plantas cosechadas de banano (*Musa x paradisiaca L.*) Y su efecto en la velocidad de crecimiento del hijo retorno. *Revista científica agroecosistemas*, 7(2), 190-197. Obtenido de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/300>

- Red agrícola. (2020). *Principales plagas y enfermedades del banano*. Obtenido de <https://www.redagricola.com/co/principales-plagas-y-enfermedades-del-banano/>
- Rodríguez, C. (2020). *Efecto de la aplicación del bioestimulante Nutrisorb® G sobre la respuesta agronómica del cultivo de banano (Musa AAA subgrupo Cavendish cv. Gran Enano), en Parrita*. Tecnológico de Costa Rica, Puntarenas. Obtenido de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/12243>
- Rodríguez, E. (27 de Septiembre de 2020). Control de Malezas en Bananos y Platanos. *Control de Malezas en Bananos y Plátanos - QUIFUCA, C.A.* Colombia: QUIFUCA. C.A.
- Román, E., & Ruíz, M. (2021). *Detección de macronutrientes y enfermedades en campos de cultivo de banano orgánico con Machine Learning*. Universidad de Piura. Perú: UDEP. Obtenido de <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/4939>
- Saavedra, J. (2017). *Efectos de las malas prácticas agrícolas sobre el retorno en plantas de banano musa x paradisiaca I subgrupo cavendish*. Universidad Técnica de Machala. El Oro: UTMACH. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/11346>
- Suárez, C. (2019). *Efecto de hongos micorrízicos Bacillus Spp y fosforo en el desarrollo vegetativo de banano (Musa paradisiaca) variedad Williams en el cantón Valencia, provincia de Los Ríos*. Tesis de grado , Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Valencia. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3269>
- Tacuri, C. (2020). *Evaluación de fertilización aplicada al pseudotallo de banano (musa x paradisiaca I.) cavendish gigante con fuentes distintas de potasio*.



- Universidad Técnica de Machala. El Oro: UTMACH. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/16149>
- Tenesaca, S. (2019). *Determinación de la dosis de biocarbón como enmienda edáfica en el cultivo de banano (Musa x paradisiaca) clon Williams*. Universidad Técnica de Machala. El Oro: UTMACH. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/15165>
- Tigasi, C. (2017). *Cultivo de alta densidad en banano (Musa paradisiaca Var. Cavendish)*. Tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi, La Maná. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4119/1/UTC-PIM-000084.pdf>
- Troya, J. (2019). *Manejo de la fertilización potásica en el cultivo de banano "Musa paradisiaca AAA", en la Hacienda Bolívar del cantón Pueblo Viejo*. Tesis de grado, Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6024>
- Univex. (2018). *Sulfato de amonio*. Obtenido de <https://univexfertilizantes.com/Sulfato-de-Amonio-vs-UREA>
- Villaseñor, D., Noblecilla, Y., Luna, E., Molero, R., Barrezueta, S., Huarquilla, W., . . . Garzón, J. (2020). Respuesta óptima económica de la fertilización sobre variables productivas del banano. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 36(2), 161-170. Obtenido de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0719-38902020000200403&script=sci\\_arttext&tlng=e](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0719-38902020000200403&script=sci_arttext&tlng=e)
- Vivas, J., Robles, J., González, I., Álava, D., & Meza, M. (2017). Fertilización del plátano con nitrógeno, fósforo y potasio en cultivo establecido. *Revista científica Dominio de las Ciencias*, 4(1), 633-647.

## 9. Anexos

| <b>I</b> | <b>II</b> | <b>III</b> | <b>IV</b> |
|----------|-----------|------------|-----------|
| T1       | T5        | T3         | T4        |
| T1       | T5        | T3         | T4        |
| T1       | T5        | T3         | T4        |
| T1       | T5        | T3         | T4        |
| T1       | T5        | T3         | T4        |
| T2       | T4        | T1         | T3        |
| T2       | T4        | T1         | T3        |
| T2       | T4        | T1         | T3        |
| T2       | T4        | T1         | T3        |
| T2       | T4        | T1         | T3        |
| T3       | T3        | T5         | T1        |
| T3       | T3        | T5         | T1        |
| T3       | T3        | T5         | T1        |
| T3       | T3        | T5         | T1        |
| T3       | T3        | T5         | T1        |
| T4       | T2        | T2         | T5        |
| T4       | T2        | T2         | T5        |
| T4       | T2        | T2         | T5        |
| T4       | T2        | T2         | T5        |
| T4       | T2        | T2         | T5        |
| T5       | T1        | T4         | T2        |
| T5       | T1        | T4         | T2        |
| T5       | T1        | T4         | T2        |
| T5       | T1        | T4         | T2        |

Figura 1. Diseño experimental (DBCA)  
Ramírez, 2022

**Tabla 10. Datos estadísticos de circunferencia del tallo (cm)**

| Tratamientos                                      | I     | II    | III   | IV    | Promedio |
|---|-------|-------|-------|-------|----------|
| T1: Sulfato de Amonio + DAP + Muriato de Potasio  | 63,4  | 63,60 | 66,78 | 66,57 | 63,4     |
| T2: Urea + DAP + Muriato de Potasio               | 62,10 | 62,20 | 65,31 | 65,21 | 62,10    |
| T3: Nitrato de Potasio + DAP + Muriato de Potasio | 66,10 | 65,70 | 68,99 | 69,41 | 66,10    |
| T4: Nitrato de Amonio + DAP + Muriato de Potasio  | 62,80 | 62,70 | 65,84 | 65,94 | 62,80    |
| T5: Testigo comercial                             | 62,50 | 61,40 | 64,47 | 65,63 | 62,50    |

Ramírez, 2022

**Tabla 11. Análisis estadístico de circunferencia del tallo (cm)****Circunferencia de tallo (cm)**

| Variable                     | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|------------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Circunferencia de tallo (c.. | 20 | 0,99           | 0,98              | 0,48 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

| F.V.         | SC    | gl | CM    | F      | p-valor |
|--------------|-------|----|-------|--------|---------|
| Modelo       | 93,48 | 7  | 13,35 | 136,09 | <0,0001 |
| Tratamientos | 43,04 | 4  | 10,76 | 109,64 | <0,0001 |
| Repeticiones | 50,44 | 3  | 16,81 | 171,35 | <0,0001 |
| Error        | 1,18  | 12 | 0,10  |        |         |
| Total        | 94,66 | 19 |       |        |         |

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,70604**

Error: 0,0981 gl: 12

| Tratamientos                 | Medias | n | E.E. |     |
|------------------------------|--------|---|------|-----|
| T3: Nitrato de Potasio + D.. | 67,55  | 4 | 0,16 | A   |
| T1: Sulfato de Amonio + DA.. | 65,09  | 4 | 0,16 | B   |
| T4: Nitrato de Amonio + DA.. | 64,32  | 4 | 0,16 | C   |
| T2: Urea + DAP + Muriato d.. | 63,71  | 4 | 0,16 | C D |
| T5: Testigo comercial        | 63,50  | 4 | 0,16 | D   |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,58820**

Error: 0,0981 gl: 12

| Repeticiones | Medias | n | E.E. |   |
|--------------|--------|---|------|---|
| 4            | 66,55  | 5 | 0,14 | A |
| 3            | 66,28  | 5 | 0,14 | A |
| 1            | 63,38  | 5 | 0,14 | B |
| 2            | 63,12  | 5 | 0,14 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Ramírez, 2022

**Tabla 12. Datos estadísticos de número de hojas/planta**

| Tratamientos                                      | I  | II | III | IV | Promedio |
|---|----|----|-----|----|----------|
| T1: Sulfato de Amonio + DAP + Muriato de Potasio  | 11 | 10 | 11  | 11 | 11       |
| T2: Urea + DAP + Muriato de Potasio               | 10 | 9  | 10  | 10 | 10       |
| T3: Nitrato de Potasio + DAP + Muriato de Potasio | 11 | 10 | 11  | 11 | 11       |
| T4: Nitrato de Amonio + DAP + Muriato de Potasio  | 9  | 9  | 8   | 10 | 9        |
| T5: Testigo comercial                             | 10 | 8  | 9   | 9  | 10       |

Ramírez, 2022

**Tabla 13. Análisis estadístico de número de hojas/planta****Número de hojas**

| Variable        | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|-----------------|----|----------------|-------------------|------|
| Número de hojas | 20 | 0,78           | 0,66              | 5,67 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

| F.V.         | SC    | gl | CM   | F    | p-valor |
|--------------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo       | 13,50 | 7  | 1,93 | 6,25 | 0,0030  |
| Tratamientos | 10,70 | 4  | 2,68 | 8,68 | 0,0016  |
| Repeticiones | 2,80  | 3  | 0,93 | 3,03 | 0,0712  |
| Error        | 3,70  | 12 | 0,31 |      |         |
| Total        | 17,20 | 19 |      |      |         |

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,25152**

Error: 0,3083 gl: 12

| Tratamientos                 | Medias | n | E.E.     |
|------------------------------|--------|---|----------|
| T3: Nitrato de Potasio + D.. | 10,75  | 4 | 0,28 A   |
| T1: Sulfato de Amonio + DA.. | 10,50  | 4 | 0,28 A   |
| T2: Urea + DAP + Muriato d.. | 9,75   | 4 | 0,28 A B |
| T5: Testigo comercial        | 9,00   | 4 | 0,28 B   |
| T4: Nitrato de Amonio + DA.. | 9,00   | 4 | 0,28 B   |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,04264**

Error: 0,3083 gl: 12

| Repeticiones | Medias | n | E.E.   |
|--------------|--------|---|--------|
| 1            | 10,20  | 5 | 0,25 A |
| 4            | 10,00  | 5 | 0,25 A |
| 3            | 9,80   | 5 | 0,25 A |
| 2            | 9,20   | 5 | 0,25 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Ramírez, 2022

**Tabla 14. Datos estadísticos de número de manos/racimo**

| Tratamientos                                      | I | II | III | IV | Promedio |
|---|---|----|-----|----|----------|
| T1: Sulfato de Amonio + DAP + Muriato de Potasio  | 9 | 8  | 10  | 9  | 9        |
| T2: Urea + DAP + Muriato de Potasio               | 7 | 8  | 8   | 8  | 7        |
| T3: Nitrato de Potasio + DAP + Muriato de Potasio | 9 | 10 | 10  | 8  | 9        |
| T4: Nitrato de Amonio + DAP + Muriato de Potasio  | 7 | 6  | 7   | 8  | 7        |
| T5: Testigo comercial                             | 7 | 8  | 8   | 7  | 7        |

Ramírez, 2022

**Tabla 15. Análisis estadístico de número de manos/racimo****Número de manos**

| Variable        | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV    |
|-----------------|----|----------------|-------------------|-------|
| Número de manos | 20 | 0,69           | 0,51              | 10,02 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

| F.V.         | SC    | gl | CM   | F    | p-valor |
|--------------|-------|----|------|------|---------|
| Modelo       | 17,15 | 7  | 2,45 | 3,77 | 0,0215  |
| Tratamientos | 16,20 | 4  | 4,05 | 6,23 | 0,0060  |
| Repeticiones | 0,95  | 3  | 0,32 | 0,49 | 0,6975  |
| Error        | 7,80  | 12 | 0,65 |      |         |
| Total        | 24,95 | 19 |      |      |         |

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,81712**

Error: 0,6500 gl: 12

| Tratamientos                 | Medias | n | E.E.     |
|------------------------------|--------|---|----------|
| T3: Nitrato de Potasio + D.. | 9,25   | 4 | 0,40 A   |
| T1: Sulfato de Amonio + DA.. | 9,00   | 4 | 0,40 A   |
| T2: Urea + DAP + Muriato d.. | 7,50   | 4 | 0,40 A B |
| T5: Testigo comercial        | 7,50   | 4 | 0,40 A B |
| T4: Nitrato de Amonio + DA.. | 7,00   | 4 | 0,40 B   |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,51385**

Error: 0,6500 gl: 12

| Repeticiones | Medias | n | E.E.   |
|--------------|--------|---|--------|
| 3            | 8,40   | 5 | 0,36 A |
| 4            | 8,00   | 5 | 0,36 A |
| 2            | 8,00   | 5 | 0,36 A |
| 1            | 7,80   | 5 | 0,36 A |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Ramírez, 2022

**Tabla 16. Datos estadísticos de número de dedos/racimo**

| Tratamientos                                      | I   | II  | III | IV  | Promedio |
|---|-----|-----|-----|-----|----------|
| T1: Sulfato de Amonio + DAP + Muriato de Potasio  | 158 | 157 | 166 | 165 | 158      |
| T2: Urea + DAP + Muriato de Potasio               | 133 | 134 | 139 | 141 | 133      |
| T3: Nitrato de Potasio + DAP + Muriato de Potasio | 159 | 156 | 167 | 164 | 159      |
| T4: Nitrato de Amonio + DAP + Muriato de Potasio  | 129 | 133 | 135 | 139 | 129      |
| T5: Testigo comercial                             | 136 | 134 | 143 | 141 | 136      |

Ramírez, 2022

**Tabla 17. Análisis estadístico de número de dedos/racimo****Número de dedos/racimo**

| Variable               | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Número de dedos/racimo | 20 | 0,99           | 0,98              | 1,18 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

| F.V.         | SC      | gl | CM     | F      | p-valor |
|--------------|---------|----|--------|--------|---------|
| Modelo       | 3313,35 | 7  | 473,34 | 159,55 | <0,0001 |
| Tratamientos | 3061,20 | 4  | 765,30 | 257,97 | <0,0001 |
| Repeticiones | 252,15  | 3  | 84,05  | 28,33  | <0,0001 |
| Error        | 35,60   | 12 | 2,97   |        |         |
| Total        | 3348,95 | 19 |        |        |         |

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,88204**

Error: 2,9667 gl: 12

| Tratamientos                 | Medias | n | E.E. |     |
|------------------------------|--------|---|------|-----|
| T3: Nitrato de Potasio + D.. | 161,50 | 4 | 0,86 | A   |
| T1: Sulfato de Amonio + DA.. | 161,50 | 4 | 0,86 | A   |
| T5: Testigo comercial        | 138,50 | 4 | 0,86 | B   |
| T2: Urea + DAP + Muriato d.. | 136,75 | 4 | 0,86 | B C |
| T4: Nitrato de Amonio + DA.. | 134,00 | 4 | 0,86 | C   |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,23415**

Error: 2,9667 gl: 12

| Repeticiones | Medias | n | E.E. |   |
|--------------|--------|---|------|---|
| 3            | 150,00 | 5 | 0,77 | A |
| 4            | 150,00 | 5 | 0,77 | A |
| 1            | 143,00 | 5 | 0,77 | B |
| 2            | 142,80 | 5 | 0,77 | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Ramírez, 2022

**Tabla 18. Datos estadísticos del peso del racimo (kg)**

| Tratamientos                                      | I     | II    | III   | IV    | Promedio |
|---|-------|-------|-------|-------|----------|
| T1: Sulfato de Amonio + DAP + Muriato de Potasio  | 39,10 | 39,80 | 41,06 | 41,79 | 40,44    |
| T2: Urea + DAP + Muriato de Potasio               | 36,50 | 36,90 | 38,33 | 38,75 | 37,62    |
| T3: Nitrato de Potasio + DAP + Muriato de Potasio | 39,60 | 39,69 | 41,58 | 40,70 | 40,39    |
| T4: Nitrato de Amonio + DAP + Muriato de Potasio  | 37,70 | 37,30 | 39,59 | 39,17 | 38,44    |
| T5: Testigo comercial                             | 37,10 | 37,60 | 38,96 | 39,48 | 38,28    |

Ramírez, 2022

**Tabla 19. Análisis estadístico del peso del racimo (kg)****Peso del racimo (kg)**

| Variable             | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|----------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Peso del racimo (kg) | 20 | 0,97           | 0,95              | 0,89 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

| F.V.         | SC    | gl | CM   | F     | p-valor |
|--------------|-------|----|------|-------|---------|
| Modelo       | 43,51 | 7  | 6,22 | 51,26 | <0,0001 |
| Tratamientos | 26,91 | 4  | 6,73 | 55,49 | <0,0001 |
| Repeticiones | 16,60 | 3  | 5,53 | 45,63 | <0,0001 |
| Error        | 1,46  | 12 | 0,12 |       |         |
| Total        | 44,97 | 19 |      |       |         |

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,78482**

Error: 0,1213 gl: 12

| Tratamientos                 | Medias | n | E.E.     |
|------------------------------|--------|---|----------|
| T1: Sulfato de Amonio + DA.. | 40,44  | 4 | 0,17 A   |
| T3: Nitrato de Potasio + D.. | 40,39  | 4 | 0,17 A   |
| T4: Nitrato de Amonio + DA.. | 38,44  | 4 | 0,17 B   |
| T5: Testigo comercial        | 38,29  | 4 | 0,17 B C |
| T2: Urea + DAP + Muriato d.. | 37,62  | 4 | 0,17 C   |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,65384**

Error: 0,1213 gl: 12

| Repeticiones | Medias | n | E.E.   |
|--------------|--------|---|--------|
| 4            | 39,98  | 5 | 0,16 A |
| 3            | 39,90  | 5 | 0,16 A |
| 2            | 38,26  | 5 | 0,16 B |
| 1            | 38,00  | 5 | 0,16 B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Ramírez, 2022

**Tabla 20. Datos estadísticos del rendimiento de cajas de banano**

| Tratamientos                                      | I    | II   | III  | IV   | Promedio |
|---|------|------|------|------|----------|
| T1: Sulfato de Amonio + DAP + Muriato de Potasio  | 1078 | 1097 | 1132 | 1152 | 1115     |
| T2: Urea + DAP + Muriato de Potasio               | 1006 | 1017 | 1057 | 1068 | 1037     |
| T3: Nitrato de Potasio + DAP + Muriato de Potasio | 1092 | 1094 | 1146 | 1122 | 1113     |
| T4: Nitrato de Amonio + DAP + Muriato de Potasio  | 1039 | 1028 | 1091 | 1080 | 1060     |
| T5: Testigo comercial                             | 1023 | 1036 | 1074 | 1088 | 1055     |

Ramírez, 2022

**Tabla 21. Análisis estadístico del rendimiento de cajas de banano****Rendimiento cajas**

| Variable          | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|-------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Rendimiento cajas | 20 | 0,97           | 0,95              | 0,88 |

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

| F.V.         | SC       | gl | CM      | F     | p-valor |
|--------------|----------|----|---------|-------|---------|
| Modelo       | 33152,10 | 7  | 4736,01 | 52,72 | <0,0001 |
| Tratamientos | 20526,50 | 4  | 5131,63 | 57,13 | <0,0001 |
| Repeticiones | 12625,60 | 3  | 4208,53 | 46,85 | <0,0001 |
| Error        | 1077,90  | 12 | 89,83   |       |         |
| Total        | 34230,00 | 19 |         |       |         |

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=21,36115**

Error: 89,8250 gl: 12

| Tratamientos                 | Medias  | n | E.E.     |
|------------------------------|---------|---|----------|
| T1: Sulfato de Amonio + DA.. | 1114,75 | 4 | 4,74 A   |
| T3: Nitrato de Potasio + D.. | 1113,50 | 4 | 4,74 A   |
| T4: Nitrato de Amonio + DA.. | 1059,50 | 4 | 4,74 B   |
| T5: Testigo comercial        | 1055,25 | 4 | 4,74 B C |
| T2: Urea + DAP + Muriato d.. | 1037,00 | 4 | 4,74 C   |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=17,79608**

Error: 89,8250 gl: 12

| Repeticiones | Medias  | n | E.E.   |
|--------------|---------|---|--------|
| 4            | 1102,00 | 5 | 4,24 A |
| 3            | 1100,00 | 5 | 4,24 A |
| 2            | 1054,40 | 5 | 4,24 B |
| 1            | 1047,60 | 5 | 4,24 B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Ramírez, 2022





Figura 2. Inicio del ensayo experimental  
Ramírez, 2022



Figura 3. Delimitación de bloques  
Ramírez, 2022



Figura 4. Señalización de tratamientos  
Ramírez, 2022



Figura 5. Primera fertilización del cultivo  
Ramírez, 2022



Figura 6. Toma de datos de circunferencia del tallo  
Ramírez, 2022



Figura 7. Datos del conteo de hojas  
Ramírez, 2022



Figura 8. Toma de datos agronómico del banano  
Ramírez, 2022



Figura 9. Visita de campo del Tutor guía  
Ramírez, 2022



Figura 10. Finalización del ensayó experimental.  
Ramirez, 2022