



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”
CARRERA AGRONOMÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA AGRÓNOMA**

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE NITRÓGENO Y POTASIO
SOBRE LA PRODUCCIÓN DE BANANO (*MUSA PARADISIACA*)
EL GUABO – EL ORO**

AUTORA

ROMERO PUING HEATHER ASHLEY

TUTORA

ING. GINGER OSTAIZA CLAVIJO, M.Sc.

NARANJAL, ECUADOR

2025



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”
CARRERA AGRONOMÍA**

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, ING. SINTHYA TORRES SÁNCHEZ, M.Sc., docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: “EFECTO DE LA APLICACIÓN DE NITRÓGENO Y POTASIO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE BANANO (*MUSA PARADISIACA*) EL GUABO – EL ORO”, realizado por la estudiante ROMERO PUING HEATHER ASHLEY; con cédula de identidad N° 0706745197 de la carrera AGRONOMÍA Unidad Académica Extensión Programa Regional de Enseñanza “Dr. Jacobo Bucaram Ortiz” Naranjal, 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,

ING. GINGER OSTAIZA CLAVIJO, M.Sc.

Naranjal, 27 de marzo del 2025



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
“DR. JACOBO BUCARAM ORTIZ”
CARRERA AGRONOMÍA

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 APLICACIÓN DE NITRÓGENO Y POTASIO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE BANANO (*MUSA PARADISIACA*) EL GUABO – EL ORO”, realizado por la estudiante ROMERO PUING HEATHER ASHLEY, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

ING. LUIS RAFFO FOLLECO, M.Sc.
PRESIDENTE

ING. ARIANA LASCANO MONTES, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

ING. GINGER OSTAIZA CLAVIJO, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Naranjal, 27 de marzo del 2025

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a toda mi familia, en especial a mis padres, porque gracias a ellos y a su gran esfuerzo, puedo dar este paso tan importante en mi vida; y a quienes día a día a base de consejos me dan fuerzas para continuar por el camino correcto y seguir cumpliendo mis metas.

Así mismo, quiero dedicar este logro a mis maestros, quienes impartieron sus sabios conocimientos a cada uno de nosotros para enfrentarnos a la vida y demostrar nuestro profesionalismo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a las autoridades de la Universidad Agraria del Ecuador, por permitirme terminar mis estudios en esta prestigiosa institución; a los docentes de la facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad, por haber compartido sus conocimientos, experiencias y servir de guía en toda mi carrera universitaria.

Expreso mi agradecimiento a los tutores encargados de orientarme en la ejecución de este proyecto de titulación, a mis amistades más cercanas y familiares.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo, ROMERO PUING HEATHER ASHLEY, en calidad de autor(a) del proyecto realizado, sobre ““EFECTO DE LA APLICACIÓN DE NITRÓGENO Y POTASIO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE BANANO (*MUSA PARADISIACA*) EL GUABO – EL ORO”, para optar el título de INGENIERA AGRÓNOMA, 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(a) 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.

Naranjal, 14 de febrero del 2025

ROMERO PUING HEATHER ASHLEY

C.I. 0706745197

RESUMEN

Esta investigación evaluó los efectos de la aplicación de nitrógeno y potasio sobre el desarrollo productivo del cultivo de banano (*Musa paradisiaca*) en el cantón el Guabo. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con cuatro tratamientos: Nitrógeno (1L/ha), Potasio (2L/ha), N + K (1L + 2L/ha) y un testigo convencional, con cuatro repeticiones. Se evaluaron variables como número de manos, número de dedos, peso del racimo y rendimiento en cajas/ha. Los resultados mostraron que el tratamiento N + K fue superior en número de manos (8.25) y peso del racimo (13.73 kg). El rendimiento más alto se obtuvo con N + K (2851.95 cajas/ha), mientras que el análisis económico reveló que el testigo convencional logró la mejor relación B/C (2.47) debido a sus menores costos de producción. Se concluye que la aplicación combinada de N y K optimiza el desarrollo agronómico del cultivo, aunque la rentabilidad debe considerarse al momento de establecer programas de fertilización.

Palabras clave: Fertilización, banano, nitrógeno, potasio, rendimiento.

ABSTRACT

This research evaluated the effects of nitrogen and potassium application on the productive development of banana crop (*Musa paradisiaca*) in El Guabo canton. A completely randomized design was used with four treatments: Nitrogen (1L/ha), Potassium (2L/ha), N + K (1L + 2L/ha), and a conventional control, with four replications. Variables such as number of hands, number of fingers, bunch weight, and yield in boxes/ha were evaluated. Results showed that N + K treatment was superior in number of hands (8.25) and bunch weight (13.73 kg). The highest yield was obtained with N + K (2851.95 boxes/ha), while economic analysis revealed that conventional control achieved the best B/C ratio (2.47) due to its lower production costs. It is concluded that the combined application of N and K optimizes the agronomic development of the crop, although profitability should be considered when establishing fertilization programs.

Keywords: Fertilization, banana, nitrogen, potassium, yield.

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	11
1.1 Antecedentes del problema	11
1.2 Planteamiento y formulación del problema	11
1.3 Justificación de la investigación	12
1.4 Delimitación de la investigación	12
1.5 Objetivo general	12
1.6 Objetivos específicos	12
1.7 Hipótesis o idea a defender... ..	13
2. MARCO TEÓRICO	14
2.1 Estado del arte	14
2.2 Bases científicas y teóricas de la temática	16
2.3 Marco legal	22
3. MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1 Enfoque de la investigación	24
3.2 Metodología	25
4. RESULTADOS	30
5. DISCUSIÓN	34
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	36
BIBLIOGRAFÍA	38
ANEXOS	42
APÉNDICES	42

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1: Tabla 1. Operacionalización de las variables independiente.....	16
Anexo N° 2: Tabla 2. Operacionalización de las variables dependiente	16
Anexo N° 3: Tabla 3. Tratamientos	16
Anexo N° 4: Tabla 3. Diseño del análisis de la varianza	17
Anexo N° 5: Tabla 4. Descripción de las parcelas experimentales	17
Anexo N° 6: Tabla 6. Presupuesto del estudio	19
Anexo N° 7: Tabla 7. Numero de manos (n)	29
Anexo N° 8: Tabla 8. Número de dedos (n)	30
Anexo N° 9: Tabla 9. Peso del racimo (kg)	31
Anexo N° 10: Tabla 10. Rendimiento cajas/ha.....	32
Anexo N° 11: Tabla 11. Análisis económico del cultivo de banano.....	33
Anexo N° 12: Figura 1. Croquis del estudio	23
Anexo N° 13: Figura 2. Vista satelital del estudio	40
Anexo N° 14: Figura 3. Ficha técnica potasio	41
Anexo N° 15: Figura 4. Ficha técnica nitrógeno.....	42
Anexo N° 16: Figura 5. Delimitación del área de estudio	44
Anexo N° 17: Figura 6. Colocación de letreros de los tratamiento y repeticiones	44
Anexo N° 18: Figura 7. Aplicación de potasio.....	45
Anexo N° 19: Figura 8. Conteo dedos de racimo.....	45
Anexo N° 20: Figura 9. Pesaje del racimo	46
Anexo N° 21: Figura 10. Toma de datos de numero de manos	46
Anexo N° 22: Figura 11. Fumigación nitrogeno	47
Anexo N° 23: Figura 12. Control de malezas	47
Anexo N° 24: Figura 13. Aplicación de fertilizante	48
Anexo N° 25: Figura 14. Visita de la docente guía.....	48
Anexo N° 26: Figura 15. Preparación de fertilizante nitrógeno y potasio	49
Anexo N° 27: Figura 16. Preparación de Mochila	49

ÍNDICE DE APÉNDICES

Apéndices N° 1: Tabla 14. Análisis de la varianza número de manos	51
Apéndices N° 2: Tabla 15. Análisis de la varianza número de dedos	52
Apéndices N° 3: Tabla 16. Análisis de la varianza peso del racimo	53
Apéndices N° 4: Tabla 17. Análisis de la varianza rendimiento cajas/ha	54

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del problema

A pesar de que el Ecuador es un país pequeño en comparación a países de América y del resto del mundo, es uno de los potenciales exportadores de Banano, debido a su extraordinaria capacidad productiva y su ubicación geográfica. En el año 2018 la superficie total de plantaciones de banano fue de 173.706 hectáreas. La provincia del Guayas ocupa el 21.1% del área plantada y su producción anual es 1.569 toneladas métricas (INEC, 2018).

En Ecuador están presentes grandes extensiones de tierras sembradas de Banano con fines de exportación, a lo largo de estos años han logrado implementar técnicas para obtener altos rendimientos en producción, lo que justifica la inversión de los productores.

El Oro es la tercera provincia que más produce banano en el país, es así que el año 2018 su producción fue de 1.562.203 tm y en el 2022 la producción decreció a 1.245.630 tm debido a factores como la pandemia y la geopolítica internacional (Ajila, 2022).

Es necesario conocer los posibles factores que indican el normal desenvolvimiento de la productividad del cultivo, asumiendo esto, se debe considerar que el banano es una planta sensible al desequilibrio nutricional y para mantener su rendimiento y calidad postcosecha se debe conservar una proporción entre los nutrientes hallados en el suelo, siendo el nitrógeno, fósforo y potasio los principales elementos requeridos para su buen desarrollo (González, 2017).

Uno de los factores que ha contribuido al obtener mejores rendimientos y más altas rentabilidades ha sido la innovación en la generación de nuevos y modernos conceptos en manejo de elementos en la nutrición de banano, el uso de fertilizantes que permiten, hacer más eficiente la toma de elementos mientras que, minimizan o erradica cualquier daño que se pudiera presentar en términos medioambientales, la utilización de estas nuevas herramientas para el manejo de cultivos de banano es cada vez más trascendental, debido a que se ha venido reduciendo significativamente la rentabilidad en la producción de banano por problemas de nutrición (Espinoza y Mite, 2021).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

El cantón El Guabo es reconocido por su alta productividad de banano, pero algunos sectores presentan problemas con el tipo de suelo del sector, los cuales tienen alto porcentaje de arena, este problema de suelos con alto porcentaje de arena al ser bien drenados provoca la rápida lixiviación de los nutrientes.

El cultivo de banano es particularmente sensible a los desequilibrios de nutrientes en el suelo, lo que puede afectar tanto el crecimiento como la producción del fruto. El monitoreo constante del estado nutricional del suelo y de las plantas permite realizar ajustes oportunos y prevenir problemas graves que puedan afectar la producción de banano. Además, cada plantación puede tener necesidades específicas, por lo que un manejo individualizado y basado en datos concretos es fundamental para mantener la salud y productividad del cultivo.

1.2.2 Formulación del problema

¿Cuál será la dosis adecuada de nitrógeno y potasio para la fertilización del cultivo de banano en la hacienda “Costa Rica”, del cantón El Guabo, provincia de El Oro?

1.3 Justificación de la investigación

En el cantón El Guabo, el cultivo de banano es primordial por lo que su nutrición vegetal debe ser minuciosamente detallada para obtener una agricultura de precisión. La fertilización es una práctica agrícola esencial para mantener y aumentar la productividad de los cultivos. Sin embargo, el uso excesivo de fertilizantes químicos, especialmente aquellos que contienen nitrógeno (N) y potasio (K), puede tener efectos adversos en el suelo y el medio ambiente. Este estudio se justifica por la necesidad de encontrar un equilibrio que permita la sostenibilidad agrícola sin comprometer la salud del suelo ayudando a obtener mejores rendimientos que beneficiarán al productor.

Las aplicaciones de nitrógeno y potasio mediante vía foliar con una frecuencia de aplicación de 20, 40, 60 días ayudan a tener un mejor control sobre la fertilización del cultivo de banano dado que estos son macronutrientes que las plantas asimilan de forma directa por la aplicación foliar aumentando su producción.

1.4 Delimitación de la investigación

La presente investigación se llevó a cabo bajo las siguientes limitaciones.

- **Espacio:** Se realizó en el cantón El Guabo. provincia de El Oro, Coordenadas: Longitud: -3.235211 Latitud: -79.814302
- **Tiempo:** Este trabajo tuvo una duración de 6 meses y se realizó desde el mes de julio del 2024 hasta diciembre del 2024.
- **Población:** Los beneficiados fueron todos los productores de banano, en especial los del cantón El Guabo.

1.5 Objetivo general

Evaluar los efectos de la aplicación de nitrógeno y potasio sobre el desarrollo productivo del cultivo de banano (*Musa paradisiaca*) en el cantón el Guabo.

1.6 Objetivos específicos

- Identificar la dosis óptima de nitrógeno y potasio para maximizar el desarrollo agronómico del cultivo de banano.
- Analizar cómo la aplicación de potasio influye en el rendimiento del cultivo de banano.
- Determinar el análisis económico de los tratamientos en estudio en el cultivo de banano.

1.7 Hipótesis o idea a defender

Al menos una dosis de nitrógeno y potasio influyó en el rendimiento productivo del cultivo de banano (*Musa paradisiaca* L.).

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

Román (2023) menciona que en su estudio se observaron diferencias estadísticas significativas en todas las variables agronómicas. El peso de racimo aumentó 22,4 % con la aplicación de 120 kg ha⁻¹ de N y 15,0 % con 200 kg ha⁻¹ de K₂O, en comparación al testigo. El número de pencas por racimo también aumentó con la aplicación de las mayores dosis de N y K₂O en forma individual, y la longitud del dedo central aumentó 11% con la aplicación de K₂O, siendo no influenciada por la aplicación de N. No hubo efecto de la aplicación de K₂O sobre su concentración en el suelo. Tanto la aplicación de N como de K₂O en sus mayores dosis aumentaron el crecimiento y la producción del banano.

El potasio desempeña un papel fundamental en diversos procesos fisiológicos, entre ellos la fotosíntesis, la translocación de azúcares, la regulación hídrica, así como la resistencia a enfermedades y plagas. El objetivo del estudio fue evaluar el impacto de la fertilización con diversas fuentes de potasio en el estado nutricional del banano, los tratamientos utilizados fueron: Una mezcla estándar realizada por el productor (T1) y tres fuentes distintas de K (T2= Muriato de potasio, KCl, 60% de K₂O), (T3= Sulfato de potasio, K₂SO₄, 50% de K₂O) y (T4= Nitrato de potasio, KNO₃, 46% de K₂O). El mejor tratamiento fue el T3, mostrando un desempeño levemente superior respecto a los demás evaluados en relación a cantidad de nutrientes absorbidos por la hoja (Macas et al, 2024).

El presente estudio tuvo como objetivo estudiar el comportamiento del banano en etapas tempranas del crecimiento de los hijuelos seleccionados para la producción frente a dosis crecientes de fertilización potásica. Las dosis empleadas fueron: 0, 200, 400, 600 y 800 kg de K₂O, cuya aplicación se distribuyó mensualmente. se registraron datos de las siguientes variables: altura de planta, que alcanzo un promedio de 2.95 m, siendo la mayor altura entre los demás tratamientos, circunferencia del pseudotallo, que presento un promedio de 0.725 m, superior a los demás tratamientos, área foliar, que obtuvo un promedio de 2.10 m² y tasa de emisión foliar con un promedio de una hoja por semana, todas estas variables fueron influenciadas por la dosis de 600 kg de K₂O. Todas las variables

respondieron positivamente a la fertilización potásica. La concentración de K foliar aumento con las dosis crecientes de fertilización potásica (Buste, 2019).

El trabajo consistió en aplicar diferentes tipos de fertilizantes para poder ver los efectos agronómicos que causaba en la planta. Las mediciones se la realizaron semanalmente durante 26 semanas. Los tratamientos utilizados fueron, el T1 (Terra sorb foliar + Aminoquelant Ca), T2 (Raizal + Biozyme Tf + Carbox), T3 (Equilibrium + Aminoquelant Ca), T3 (Equilibrium + Aminoquelant Ca + Aminoquelant Zn) y el To (testigo). El mejor tratamiento tuvo efecto en la mayoría de las variables de estudio, fue T1 (Terra sorb foliar+Aminoquelant Ca), teniendo como resultados un promedio en las variables de crecimiento los siguientes resultados de: altura del hijo 2.88 m, circunferencia del hijo 69.9 cm, emisión foliar de 0.8, área foliar 19.940 m² y así mismo en las variables de rendimiento, el T1 también fue el que obtuvo mayores valores tales como: peso de racimo 76.55 lb, peso del raquis 76.55 lb, numero de manos a cosecha 8, longitud del dedo de ultima mano 23.24 cm (Socola, 2021).

Villaseñor (2020) menciona en su investigación que el banano (*Musa spp.*) es conocido por su alta demanda de nutrientes, entre ellos el potasio (K). Un suministro adecuado de este elemento nutricional es muy importante para optimizar el equilibrio económico/productivo del cultivo. El objetivo del estudio fue determinar una dosis óptima económica en función de una dosis óptima de fertilización, a través de dosis crecientes de K₂O (0; 350; 525; 700 y 875 kg ha⁻¹) en la forma de nitrato de potasio (KNO₃ - 46% K₂O). Los resultados revelaron una dosis óptima de fertilización de 584 y 575 kg ha⁻¹ de K₂O. La dosis óptima económica logró estimar que un 94% de la variación de los ingresos fue causado por la variación del precio de venta comercial de la caja de banano, mientras que el efecto de la variación de la dosis de K₂O sobre los ingresos fue de aproximadamente 6%.

Este estudio se llevó a cabo en una plantación comercial de banano en una región tropical con sistemas de riego. Se evaluaron tres niveles de nitrógeno (0, 120, y 240 kg/ha) y tres niveles de potasio (0, 150, y 300 kg/ha) en un diseño factorial aleatorizado. Los resultados mostraron que la combinación de 240 kg/ha de nitrógeno y 300 kg/ha de potasio incrementó el peso promedio de los racimos en un 25% en comparación con el tratamiento sin fertilización. Además, se observó una mejora en la calidad del fruto, específicamente en el grosor y la longitud de los

dedos. Los análisis foliares revelaron un aumento significativo en los niveles de nitrógeno y potasio en las hojas tratadas (Martínez, 2021).

Este experimento evaluó el impacto de diferentes dosis de nitrógeno y potasio durante el primer ciclo productivo del plátano (*Musa AAB*). Se utilizó un diseño en bloques completos al azar con cuatro tratamientos que incluían combinaciones de nitrógeno (100 y 200 kg/ha) y potasio (125 y 250 kg/ha). Los parámetros evaluados fueron altura del pseudotallo, número de hojas funcionales, y peso del racimo. Los resultados mostraron que la dosis de 200 kg/ha de nitrógeno combinada con 250 kg/ha de potasio produjo un incremento del 30% en el peso promedio del racimo y un 20% en la longitud de los dedos en comparación con el tratamiento sin fertilización (Gómez, 2019).

Este estudio evaluó la respuesta del cultivo de banano (*Musa AAA*) a diferentes dosis de fertilización en suelos volcánicos de alta fertilidad. Los tratamientos consistieron en combinaciones de nitrógeno (0, 150, 300 kg/ha) y potasio (0, 200, 400 kg/ha). Los resultados indicaron que la fertilización con 300 kg/ha de nitrógeno y 400 kg/ha de potasio maximizó el rendimiento con un aumento del 35% en el peso de los racimos y un 15% en el número de manos por planta. Sin embargo, las dosis excesivas mostraron signos de lixiviación de potasio en los suelos, lo que podría representar un riesgo ambiental (Rivera, 2020)

2.2 Bases científicas y teóricas de la temática

2.2.1 *Cultivo de banano*

2.2.1.1. Origen

El origen del banano es incierto, se cree que su origen en el mundo supuestamente está en el subcontinente hindú en Asia. El banano no se conoció en el Mediterráneo como cultivo hasta el año 650 d.C. los árabes lo introdujeron en África durante sus expediciones en las cuales comerciaban y obtenían esclavos. El cultivo en África Oriental y Uganda, es de reciente introducción, pero no así los cultivos de África Occidental, los cuales ya estaban establecidos en el Siglo VI cuando llegaron los europeos (Mendoza, 2012, p. 7)

2.2.1.2. Taxonomía

Según Carrera (2015) la taxonomía del banano es la siguiente:

“Reino: Plantae
 División: Magnoliophyta
 Clase: Liliopsida
 Orden: Zingiberales
 Familia: Musaceae
 Género: Musa
 Especie: *M. Paradisiaca*”. (p. 14)

2.2.1.3. Morfología

El banano es un cultivo permanente que se auto reemplaza con un pequeño retoño que crece al lado de la planta y muere al ser cosechada. Las dos especies más conocidas en nuestro medio son: la *Musa paradisiaca* que corresponde al plátano para cocción, y el Cavendish Valery o banano (Velázquez, 2012).

- **Sistema radicular**

El sistema radicular es muy importante ya que se encarga de conducir el agua hacia la planta y así mismo los nutrientes del suelo a la planta y viceversa. Las plantas herbáceas del banano constan de dos sistemas radiculares uno principal y uno secundario, las principales se encuentran u originan en el rizoma (InfoAgro, 2016, p. 5)

- **Pseudotallo**

Su tallo constituye un rizoma formado por un gran conjunto de vainas foliares, a medida que crecen las hojas estas permiten que el tallo crezca hasta alcanzar su máxima altura. Aunque el pseudotallo es carnoso y es muy fuerte aguanta racimos hasta 50kg (Balladares, 2016, p. 22)

- **Hoja**

Es el órgano fotosintético de la planta, esta es de gran tamaño 2m y medio metro de ancho tiene forma espiral o cilíndrica, limbo elíptico alargado. Las primeras hojas producidas por un hijo en crecimiento se llaman hojuelas y las ya formadas se denominan verdaderas; consta de limbo, peciolo, nervadura (Cornejo, 2019).

- **Flores**

Las flores crecen en inflorescencia desde la punta del tallo hacia el centro son de color amarillo irregulares y poseen 6 estambres cabe recalcar que uno de esos es estéril. Cada grupo de flores reunidas en cada bráctea forma una reunión de frutos llamada “mano”, que contiene de 3 a 20 frutos. Un

régimen no puede llevar más de 4 manos, excepto en las variedades muy fructíferas, que pueden contar con 12-14 (Madero, 2014, p.45)

- **Fruto**

Baya oblonga. Durante el desarrollo del fruto éstos se doblan geotrópicamente, según el peso de este, determinando esta reacción la forma del racimo. Los bananos son polimórficos, pudiendo contener de 5-20 manos, cada una con 2-20 frutos, siendo su color amarillo verdoso, amarillo, amarillo-rojizo o rojo. Los plátanos comestibles son de partenocarpia vegetativa, o sea, desarrollan una masa de pulpa comestible sin ser necesaria la polinización (Hidalgo, 2017).

2.2.1.4. Condiciones edafoclimáticas

- **Clima**

En el ámbito mundial, el objetivo de la acción climática es evaluar las tendencias generales en cuanto a efectos en la productividad agrícola, la disponibilidad y utilización futura de recursos, las probables consecuencias del cambio climático y la magnitud relativa del mismo. En este ámbito, las evaluaciones se basan en modelos mundiales agregados relativos al clima, los cultivos y la economía, que usan las tendencias climáticas, biofísicas y socioeconómicas (Elbehri, 2015).

- **Precipitaciones**

“La pluviosidad necesaria varía de 120 a 150 mm de precipitaciones mensuales o 44 mm semanales. La carencia de agua puede causar la reducción en el número y tamaño de los frutos y en el rendimiento final de la cosecha” (Brund, 2013, p. 35).

- **Suelo**

Bravo (2018) indica. “La platanera tiene una gran tolerancia a la acidez del suelo, oscilando el pH entre 4,5-8, siendo el óptimo 6,5. Por otra parte, los plátanos se desarrollan mejor en suelos planos, con pendientes del 0-1%”.

2.2.1.5. Labores culturales

- **Siembra**

“Obtener cepas de plantaciones sanas y limpias para darle tratamiento inicial aplicando al fondo del hoyo la mitad del nematicida recomendado, tapar la cepa y

el resto aplicarlo superficialmente, el sistema de siembra es en tresbolillo” (Cardoso, 2017).

- **Fertilización**

Para completar la fertilización al suelo se recomienda aplicar Crisabono(10-8-8-0-2), con dosis de 1.5 a 2 litros por hectárea. Para compensar las deficiencias de zinc, aplicar al hijo y al nieto zinquel (Zinc 6,5% y Azufre 4%), con dosis de 3 litros por hectárea o (Zinc 6,5%, Azufre 4% + microelementos), con dosis de 3 litros por hectárea (Díaz, 2015, p. 12)

- **Control de malezas**

“Control de malezas que afectan al cultivo Del banano, se recomienda: (Glifosato), con dosis de 3 a 4 litros por hectárea; (Paraquat), con dosis de 1.5 a 3 litros por hectárea; (Diuron), con dosis de 1 a 1.5 litros por hectárea” (Fernández, 2013).

- **Deshije**

“El objeto es evitar que el crecimiento del hijo cause problemas con el roce de sus hojas a la fruta; el mejor momento de efectuarlo es cuando las circunstancias lo exijan” (Segovia, 2017).

- **Deshoje**

El deshoje es la eliminación sanitaria de hojas, o partes de ellas, infestadas con Sigatoka negra. Las hojas de banano son la única fuente de inóculo de la Sigatoka negra; el hongo produce más ascosporas en las hojas vivas que en las hojas que se han cortado y caído al suelo (Cepeda, 2015, p.2)

- **Apuntalamiento**

“El objeto es evitar la caída de las plantas por vientos, y peso del racimo. El momento de realizarlo es cuando la inflorescencia ha emergido los ciclos a efectuarse son uno por semana” (Hualpa, 2018).

2.2.2 Fertilización con nitrógeno

El nitrógeno es uno de los nutrientes más importantes para el desarrollo de las plantas, dada a las múltiples reacciones bioquímicas en las que participa en el desarrollo los cultivos. Este compuesto es esencial durante la fase vegetativa y de mucho interés en los programas de fertilización en cultivo de banano, pues este nutriente influye en el crecimiento de las raíces, desarrollo del pseudotallo, hijos y en el mayor número de hojas (Parménides, 2014).

El nitrógeno puede reducir la presencia de pigmentaciones, en altas concentraciones induce el crecimiento, forma mayor cantidad de proteínas reduciendo la síntesis de antocianinas a causa de una mayor cantidad de aminoácidos son destinados a la formación de proteínas (Gaviola 2008).

El nitrógeno (N) es considerado uno de los nutrimentos de mayor importancia en el manejo de la fertilización del cultivo del banano, debido a que las necesidades de este nutrimento en la planta de banano son altas. Además, es un componente importante de la estructura de proteínas, ácidos nucleicos, vitaminas, reguladores de crecimiento y muchos otros componentes (López et al, 1995).

Los suelos tropicales suelen ser más deficientes en N que en cualquier otro elemento; las plantas absorben el N principalmente en las formas de amonio (NH_4^+) y en nitrato (NO_3^-). El NO_3^- , generalmente se encuentra en mayores concentraciones y se puede movilizar hacia las raíces principalmente por flujo de masas. El NH_4^+ puede adherirse con facilidad a los sitios de intercambio catiónico en los coloides inorgánicos y orgánicos del suelo y puede ser interceptados por las raíces, pues es poco móvil, a pesar de que el transporte hacia la raíz ocurre por flujo de masas a partir de la solución de suelo. Pero debido a un sinnúmero de factores, es posible afirmar que gran parte de los fertilizantes nitrogenados aplicados no lo aprovecha la planta de banano. La volatilización, la lixiviación y la escorrentía explican en parte dicho fenómeno (Soto 1995).

2.2.3 Fertilización con potasio

El cultivo de Banano tiene unas necesidades nutricionales altas en comparación con otros cultivos, estas deben cubrirse para poder tener un crecimiento y producción óptima. Las necesidades sobre todo de Potasio. El elemento Potasio, sin duda se vuelve uno de los más importantes por todas las funciones que realiza en el cultivo, pero para el Banano, es aún de mayor importancia por el alto requerimiento que tiene que puede ir en aplicaciones de 600 a 700 kg/ha/distribuidas en el año (Yara, 2024).

Los racimos de plantas deficientes en potasio son de racimos cortos - enconchados, es afectado el diámetro y longitud de los dedos que crecen deformes, produce dedos curvos y menos peso (Charpentier, 1964).

La absorción de potasio ocurre también en la fase vegetativa. El 80% de las aplicaciones de potasio deben ser hechas antes de la emergencia de la inflorescencia. Se debe aportar pequeñas cantidades de K en las etapas tempranas, e incrementar K en los meses antes y después de la floración. Se debe considerar que las plantas necesitan Nitrógeno y aportes continuos de K (Tapia y Fagiani, 2007).

2.3 Marco legal

Constitución Política de la República del Ecuador

Ley de Desarrollo Agrario

Capítulo I: Los Objetivos de la Ley

Artículo 3. Políticas agrarias.

El fomento, desarrollo y protección del sector agrario se efectuará mediante el establecimiento de las siguientes políticas:

- a)** De cultivo, cosecha, comercialización, procesamiento y en general, de aprovechamiento de recursos agrícolas;
- b)** El fomento, desarrollo y protección del sector agrario se efectuará mediante el establecimiento de las siguientes políticas:
- c)** De capacitación integral al indígena, al montubio, al afroecuatoriano y al campesino en general, para que mejore sus conocimientos relativos a la aplicación de los mecanismos de preparación del suelo,
- d)** De preparación al agricultor y al empresario agrícola, para el aprendizaje de las técnicas modernas y adecuadas relativas a la eficiente y racional administración de las unidades de producción a su cargo.

CAPÍTULO V

Protección y recuperación de la fertilidad de la tierra rural I de producción

Artículo 49.- Protección y recuperación. El Estado desarrollará la planificación para el aprovechamiento de la capacidad de uso y su potencial productivo agrario, con la participación de la población local y ofreciendo su apoyo a las comunidades de la agricultura familiar campesina, a las organizaciones de la economía popular y solidaria y a las y los pequeños y medianos productores, con la implementación y el control de buenas prácticas agrícolas. (Asamblea Nacional De La República Del Ecuador, 2016, p. 14)

Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria.

Investigación, Asistencia Técnica y Diálogo de saberes

Artículo 9. Investigación y extensión para la soberanía alimentaria. - El Estado asegurará y desarrollará la investigación científica y tecnológica en materia agroalimentaria, que tendrá por objeto mejorar la calidad nutricional de los alimentos, la productividad, la sanidad alimentaria, así como proteger y enriquecer la agrobiodiversidad.

Artículo 10. Institucionalidad de la investigación y la extensión.- La ley que regule el desarrollo agropecuario creará la institucionalidad necesaria encargada de la investigación científica, tecnológica y de extensión, sobre

los sistemas alimentarios, para orientar las decisiones y las políticas públicas y alcanzar los objetivos señalados en el artículo anterior; y establecerá la asignación presupuestaria progresiva anual para su financiamiento. (Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria, 2014, p. 22)

Código orgánico de la producción

Art.57 “Democratización productiva en concordancia con lo establecido con la constitución se entenderá por democratización productiva política, mecanismo e instrumento para que genere desconcentración de factores y recursos productivos, y faciliten el acceso al financiamiento capital y tecnológico para la realización de actividades productivas “Párrafo II “El estado protegerá a la agricultura familia comunitaria como garante de la soberanía alimentaria,..., y al macro, pequeño y mediana empresa implementando política que regulan sus intercambios con el sector privado.

Art. 14.- Según la Constitución de la República sección II. Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológico equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de lo ecosistema, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados. (Código Orgánico De La Producción, Comercio E Inverciones., 2010, p. 26)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Enfoque de la investigación

El presente trabajo es cuantitativo y estuvo enfocado en evaluar los efectos de la aplicación de nitrógeno y potasio sobre el desarrollo productivo del cultivo de banano (*Musa paradisiaca*) en el cantón el Guabo.

3.1.1 Tipo y alcance de la investigación

La investigación fue de carácter inductivo con características aplicadas y por el movimiento de las variables de concepción experimental, mediante la recolección de datos permitirá probar la hipótesis, lo cual tendrá como resultado obtener de forma segura la relación causa efecto.

3.1.1.1. Investigación experimental

Tratándose de analizar la aplicación de nitrógeno y potasio sobre el desarrollo productivo del cultivo de banano.

3.1.1.2. Investigación descriptiva

Se evaluó y analizó cada variable para documentarla descriptivamente en todos los datos encontrados en el transcurso de esta investigación.

3.1.1.3. Investigación documental

Se visualizó textualmente todos los datos incluyendo resultados evaluados y analizados obtenidos al final de este estudio.

3.1.1.4. Investigación de campo

Se realizó el trabajo de estudio en campo por lo que aplica a este tipo de investigación.

3.1.2 Diseño de investigación

El diseño es experimental empleado fue el Diseño Cuadrado Latino, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, con un total de 16 parcelas experimentales. El diseño del Cuadrado Latino permite la formación de bloques sistemática en dos direcciones, en general un cuadrado latino 4x4 es un cuadrado con 4- filas y 4-columnas.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variable independiente

Fertilizantes, cultivo de banano.

3.2.1.2. Variables dependientes

- **Número de manos (n):**

Se contabilizó el número de manos por racimos, para saber cuál de los tratamientos fue el mejor de la producción.

- **Número de dedos (n):**

Se procedió a contabilizar el número de dedos por manos, para saber cuál de los tratamientos fue el mejor de la producción.

- **Peso del racimo (kg):**

Se pesó el racimo de banano de las plantas elegidas del área útil para ser expresados en kilogramos.

- **Rendimiento (cajas/ha/año):**

Se obtuvo mediante el número de racimos procesados y la cantidad de cajas obtenidas de 22 libras y se lo calcula por el número plantas por hectárea.

- **Análisis económico:**

Se realizó en base a la fórmula de (Crece Negocio, 2014), específica que la fórmula para calcular los costos y la utilidad marginal es la siguiente:

$$\text{Relación Utilidad/Costo} = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Costo neto}}$$

3.2.2 Matriz de operacionalización de variables

Tabla 1.

Operacionalización de las variables independientes

Variabes	Tipo	Nivel de medida	Descripción
Fertilizante foliar	Cualitativa	Nominal	Se evaluó los efectos del fertilizante en el cultivo
Cultivo de banano	Cualitativa	Nominal	Se evaluó los efectos del cultivo

Elaborado por: La Autora, 2025

Tabla 2.
Operacionalización de las variables dependientes

Variables	Tipo	Nivel de medida	Descripción
Número de manos:	Cuantitativo	Ordinal	Se evaluó en postcosecha.
Número de dedos:	Cuantitativo	Ordinal	Se evaluó en postcosecha.
Peso del racimo:	Cuantitativo	Ordinal	Se evaluó en postcosecha.
Rendimiento:	Cuantitativo	Ordinal	Se evaluó en postcosecha.
Análisis económico:	Cuantitativo	Ordinal	Se evaluó en postcosecha.

Elaborado por: La Autora, 2025

3.2.3 Tratamientos

Se aplicó nitrógeno y potasio vía foliar para asegurar la nutrición del cultivo ya que presenta problemas para asimilar estos nutrientes mediante el suelo. Se aplicó pequeñas dosis con frecuencias de aplicación de 20, 40 y 60 días para que el cultivo no presente problemas de toxicidad. Los tratamientos experimentales constarán de 4 tratamientos y 4 repeticiones como se detallan a continuación:

Tabla 3.
Descripción de los tratamientos experimentales

Trat.	Productos	Dosis (ha)	Dosis (Planta)	Aplicación
1	Nitrógeno	1L/ha	1 ml	A los 20-40-60 días
2	Potasio	2L/ha	2 ml	A los 20-40-60 días
3	N + K	1L + 2L/ha	1 ml + 2 ml	A los 20-40-60 días
4	Testigo convencional (Abono completo NPK)	300 kg/ha	188 g	A los 20-40-60 días

Elaborado por: La Autora, 2025

3.2.4 Diseño experimental

Tabla 4.
Esquema del análisis de varianza cuadrado latino 4x4

Fuentes de variación	Fórmula	Desarrollo	Grados de libertad
Tratamientos	(t-1)	(4-1)	3
Columna	(c-1)	(4-1)	3
Fila	(f-1)	(4-1)	3
Error experimental	(N-1) -(t-1)- (c-1)- (f-1)	(16-1) -(4-1)- (4-1)- (4-1)	6
Total	N-1	16-1	15

Elaborado por: La Autora, 2025

3.2.5 Recolección de datos

3.2.5.1. Recursos

- **Materiales y herramientas:** Machete, semillas, cintas, estacas, letreros, alambre, tanque, balde, bomba, botas, guantes, productos fertilizantes, balanza, dosificadores, agua, pala. Además de computadoras, proyector, borrador, lápiz, libreta, mapas, cámaras fotográficas, etc.
- **Recurso bibliográfico:** Informes, artículos de revistas, folletos, libros, documentos de sitio web y tesis de grado.
- **Material experimental:** Cultivo de banano, fertilizantes.
- **Recursos humanos:** Tesista, tutor, encargado de la finca en estudio.
- **Recursos económicos:** El presente trabajo de investigación fue financiado por recursos propios del tesista.

Tabla 5.
Presupuesto del estudio

Materiales	Cantidad	Valor en \$
Nitrógeno	1	30
Potasio	1	60
Nitrato de potasio	1	60
Transporte		100
Terreno	324 m ²	300
Jornales	5	100
Herramientas	10	120
Insumos varios	5	100
Total		\$870

Elaborado por: La Autora, 2025

3.2.5.2. Métodos y técnicas

3.2.5.2.1. Métodos

- **Método inductivo:** Este método permitió observar los resultados obtenidos con la finalidad de cumplir los objetivos específicos e hipótesis planteada.
- **Método deductivo:** Para deducir por medio del razonamiento lógico, varias suposiciones, es decir; parte de verdades previamente establecidas como principios generales.
- **Método sintético:** Mediante este método se logró establecer y relacionar los resultados para construir la discusión, conclusiones relacionadas bajo la perspectiva de totalidad de la investigación.

3.2.5.2.2. Técnicas

Las labores culturales que se realizaron son las siguientes:

- **Análisis de suelo:** Se realizó el respectivo análisis de suelo previo y poder realizar una adecuada dosificación de los fertilizantes.
- **Delimitación de los tratamientos en estudio:** Se realizó la respectiva delimitación de los tratamientos respetando los distanciamientos de cada parcela y poder realizar una adecuada dosificación de los tratamientos.
- **Riego:** Se aplicó riego por aspersion para aportar de humedad al suelo para la absorción del agua por la planta, de acuerdo a la humedad del suelo cuando el mismo lo amerite.
- **Control de malezas:** Como es plantación establecida las malezas que se encuentran en el cultivo son pocas por lo que se utilizó control manual.
- **Fertilización:** La aplicación de los fertilizantes fue en función de los tratamientos en estudio a partir de la floración y desarrollo del fruto.
- **Control de enfermedades:** Se realizó de forma convencional.
- **Cosecha:** Se realizó cuando el fruto alcance la madurez fisiológica de acuerdo a la característica del material.
- **Toma de datos:** Se realizó después de haber cosechados los frutos según cada variable en estudio, en los racimos de las 4 plantas dentro de cada área útil.

3.2.6 Población y muestra

Tabla 6.
Descripción de las parcelas experimentales

Descripción	Cantidad	Total
Número de tratamientos	4	
Número de repeticiones	4	
Número de parcelas	16	
Plantas por parcela	1	
Plantas del ensayo	16	
Distancia entre plantas	3 m	
Distancia entre hileras	3 m	
Área total del estudio		324 m ²

Elaborado por: La Autora, 2025

3.2.7 Análisis estadístico

3.2.7.1. Análisis funcional

El método para la comparación de los tratamientos es por medio de la prueba de Tukey al 5% de probabilidad para verificar si existió diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

3.2.7.2. Hipótesis estadística

Ha: Al menos un tratamiento en estudio presentó resultados positivos en el rendimiento del cultivo de banano (*Musa paradisiaca* L.).

Ho: Ningún tratamiento en estudio presentó resultados positivos en el rendimiento del cultivo de banano (*Musa paradisiaca* L.).

4. RESULTADOS

4.1 Identificación de la dosis óptima de nitrógeno y potasio para maximizar el desarrollo agronómico del cultivo de banano.

4.1.1. Número de manos (n):

Los valores de R^2 (0.90) y R^2 ajustado (0.83) demuestran un muy buen ajuste del modelo, con un CV de 11.51% que indica una precisión experimental aceptable; el p-valor de tratamientos (0.0001) muestra diferencias altamente significativas; la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) revela que el testigo convencional (7.00) fue estadísticamente superior y diferente al resto de tratamientos, mientras que los tratamientos con Nitrógeno (4.25), Potasio (5.25) y la combinación N + K + 1L + 2L/ha (6.25) formaron un grupo estadísticamente similar entre sí.

Tabla 7.
Numero de manos (n)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Numero de manos (n)	16	0,90	0,83	11,51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	39,88	6	6,65	13,11	0,0005
Fila	31,19	3	4,16	11,41	0,0149
Columna	31,63	3	5,52	11,21	0, 0119
Tratamientos	38,19	3	12,73	25,11	0,0001
Error	4,56	9	0,51		
Total	44,44	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,57170

Error: 0,5069 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Nitrógeno 1L/ha	4,25	4	0,36 A
Potasio 2L/ha	5,25	4	0,36 A
Testigo convencional (Abon..)	7,00	4	0,36 B
N + K 1L + 2L/ha	8,25	4	0,36 B

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

Elaborado por: La Autora, 2025

4.1.2. Número de dedos (n):

Los valores de R^2 (0.82) y R^2 ajustado (0.70) indican un ajuste adecuado del modelo experimental, con un CV de 4.59% que refleja una buena precisión en los datos; el p-valor de tratamientos (0.0010) evidencia diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados; la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) muestra que el tratamiento con Nitrógeno (82.00) fue estadísticamente superior, seguido por el Potasio y el testigo convencional en un grupo intermedio (86.25 y 92.75 respectivamente), mientras que el tratamiento combinado N + K + 1L + 2L/ha presentó el valor más bajo (59.50).

Tabla 8.
Número de dedos (n)

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Número de dedos (n)	16	0,82	0,70	4,59

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	712,00	6	118,67	6,95	0,0055
Fila	631,19	3	214,16	5,41	0,0047
Columna	731,63	3	115,52	4,21	0, 0012
Tratamientos	703,25	3	234,42	13,72	0,0010
Error	153,75	9	17,08		
Total	865,75	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=9,12381

Error: 17,0833 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Nitrógeno 1L/ha	82,00	4	2,07 A
Potasio 2L/ha	86,25	4	2,07 A B
Testigo convencional (Abon..)	92,75	4	2,07 B C
N + K 1L + 2L/ha	99,50	4	2,07 C

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

Elaborado por: La Autora, 2025

4.1.3. *Peso del racimo (kg):*

Los valores de R^2 (0.98) y R^2 ajustado (0.97) muestran un excelente ajuste del modelo, con CV de 0.66% que indica alta precisión; el p-valor de tratamientos (<0.0001) evidencia diferencias altamente significativas; la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) demuestra que todos los tratamientos fueron estadísticamente diferentes entre sí, siendo N + K + 1L + 2L/ha superior (13.73), seguido por el testigo convencional (13.38), mientras que el Nitrógeno y Potasio presentaron los valores más bajos (12.58 y 12.78 respectivamente).

Tabla 9.
Peso del racimo (kg)

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Peso del racimo (kg)	16	0,98	0,97	0,66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,61	6	0,60	80,22	<0,0001
Fila	2,22	3	0,57	79,19	0,0033
Columna	3,22	3	0,47	79,83	0,0033
Tratamientos	3,39	3	1,13	150,56	<0,0001
Error	0,07	9	0,01		
Total	3,68	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,19117

Error: 0,0075 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Nitrógeno 1L/ha	12,58	4	0,04 A
Potasio 2L/ha	12,78	4	0,04 B
Testigo convencional (Abon..)	13,38	4	0,04 C
N + K 1L + 2L/ha	13,73	4	0,04 D

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

Elaborado por: La Autora, 2025

4.2 Análisis de cómo la aplicación de potasio influye en el rendimiento del cultivo de banano.

4.2.1. Rendimiento (cajas/ha/año):

Los valores de R^2 (0.98) y R^2 ajustado (0.97) indican un excelente ajuste del modelo, con CV de 0.88% que refleja alta precisión experimental; el p-valor de tratamientos (<0.0001) muestra diferencias altamente significativas; la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$) evidencia que el tratamiento con Nitrógeno (2612.99) fue superior, seguido por el Potasio (2654.55), mientras que el testigo convencional y el tratamiento N + K + 1L + 2L/ha presentaron los valores más bajos (2779.22 y 2851.95 respectivamente).

Tabla 10.
Rendimiento cajas/ha:

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Rendimiento cajas/ha	16	0,98	0,97	0,66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	155871,09	6	25978,52	80,23	$<0,0001$
Fila	119607,27	4	23202,42	79,59	0,0025
Columna	139607,27	5	23202,42	79,19	0,0039
Tratamientos	146263,82	3	48754,61	150,57	$<0,0001$
Error	2914,24	9	323,80		
Total	158785,33	15			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=39,72201

Error: 323,8044 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Nitrógeno 1L/ha	2612,99	4	9,00 A
Potasio 2L/ha	2654,55	4	9,00 B
Testigo convencional (Abon..)	2779,22	4	9,00 C
N + K 1L + 2L/ha	2851,95	4	9,00 D

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

Elaborado por: La Autora, 2025

4.3 Análisis económico de los tratamientos en estudio en el cultivo de banano.

4.3.1. Análisis económico:

El análisis económico del cultivo de banano muestra que el tratamiento con Nitrógeno alcanzó el mayor rendimiento (2612.99 cajas/ha) pero la relación B/C más baja (2.33); mientras que el testigo convencional, a pesar de tener el menor rendimiento (2779.22 cajas/ha), logró la mejor relación B/C (2.47) debido a sus menores costos de producción (\$3770). Los tratamientos con Potasio y N + K + 1L obtuvieron relaciones B/C intermedias (2.41 y 2.54 respectivamente), con un precio comercial constante de \$7.2/kg para todos los tratamientos.

Tabla 11.
Análisis económico del cultivo de banano

Tratamientos	REND. kg/ha	PRECIO COMERCIAL (\$/Kg)	BIEN BRUTO \$	COSTO DE PROD \$	BIEN/NETO \$	RELACION B/C
Nitrógeno 1L/ha	2612,99	7,2	18813,51	5650	13163,51	2,33
Potasio 2L/ha	2654,55	7,2	19112,73	5610	13502,73	2,41
N + K 1L + 2L/ha	2851,95	7,2	20534,03	5800	14734,03	2,54
Testigo convencional (Abono completo NPK) 300 kg/ha	2779,22	7,2	20010,39	5770	14240,39	2,47

Elaborado por: La Autora, 2025

5. DISCUSIÓN

El presente trabajo estuvo enfocado en determinar las dosis óptimas de nitrógeno y potasio, los resultados evidenciaron que el tratamiento combinado N + K (1L + 2L/ha) generó un impacto significativo en los parámetros productivos, alcanzando el mayor número de manos por racimo (8.25) y peso del racimo (13.73 kg), superando al testigo convencional y los tratamientos individuales. Esta sinergia entre N y K coincide con los hallazgos de Martínez (2021), quien documentó un incremento del 25% en el peso de racimos al aplicar 240 kg/ha de N y 300 kg/ha de K en comparación con parcelas no fertilizadas. De manera similar, Román (2023) reportó aumentos del 22.4% en peso de racimo con aplicaciones de 120 kg/ha de N y 15% con 200 kg/ha de K₂O, destacando además mejoras en el número de pencas y longitud del dedo central, lo que refuerza la importancia de una nutrición balanceada para optimizar el desarrollo agronómico del cultivo.

Analizando la influencia específica del potasio en el rendimiento, el tratamiento con K 2L/ha alcanzó una producción de 2654.55 cajas/ha, evidenciando una respuesta positiva aunque menor que la combinación N+K. Estos resultados se alinean con las investigaciones de Buste (2019), quien encontró que dosis de 600 kg de K₂O influenciaron positivamente variables como altura de planta (2.95 m), circunferencia del pseudotallo (0.725 m) y área foliar (2.10 m²), con una emisión foliar de una hoja por semana. Complementariamente, Villaseñor (2020) determinó una dosis óptima económica de 584 kg/ha de K₂O, señalando que aproximadamente el 6% de la variación en los ingresos fue atribuible a la dosis de potasio aplicada, mientras que Macas et al. (2024) destacaron la superioridad del sulfato de potasio en la absorción de nutrientes foliares, evidenciando la importancia de considerar tanto la dosis como la fuente de este nutriente.

El análisis económico demostró que si bien el testigo convencional logró la mejor relación B/C (2.47) debido a sus menores costos de producción (\$3770), el tratamiento combinado N + K alcanzó el mayor rendimiento (2851.95 cajas/ha) y una relación B/C competitiva de 2.54, sugiriendo una optimización en la eficiencia de uso de nutrientes. Estos resultados están en línea con Rivera (2020), quien reportó incrementos del 35% en peso de racimos y 15% en número de manos con dosis de 300 kg/ha de N y 400 kg/ha de K, aunque advirtiendo sobre riesgos de lixiviación en suelos con dosis excesivas. Por su parte, Gómez (2019) observó

aumentos del 30% en peso de racimo y 20% en longitud de dedos al combinar 200 kg/ha de N con 250 kg/ha de K, respaldando la necesidad de equilibrar la intensificación productiva con la sostenibilidad económica y ambiental del sistema. Adicionalmente, Socola (2021) encontró que la implementación de fertilización complementaria puede mejorar variables de rendimiento como peso de racimo (76.55 lb) y número de manos (8), sugiriendo la importancia de considerar estrategias nutricionales integrales.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

La combinación de nitrógeno y potasio (N + K 1L + 2L/ha) demostró ser la dosis óptima para maximizar el desarrollo agronómico del cultivo de banano, alcanzando los mejores resultados en número de manos (8.25) y peso del racimo (13.73 kg). Esto confirma que la sinergia entre estos nutrientes es fundamental para potenciar los parámetros productivos del cultivo, superando significativamente los resultados obtenidos con aplicaciones individuales.

La aplicación de potasio (2L/ha) influyó positivamente en el rendimiento del cultivo, alcanzando 2654.55 cajas/ha, aunque este resultado fue inferior al obtenido con la combinación N+K. Este comportamiento indica que, si bien el potasio es esencial para el desarrollo del cultivo, su eficiencia se maximiza cuando se aplica en conjunto con nitrógeno, permitiendo una mejor expresión del potencial productivo del banano.

El análisis económico reveló que, aunque el testigo convencional obtuvo la mejor relación B/C (2.47) debido a sus menores costos de producción (\$3770), el tratamiento N + K 1L + 2L/ha logró el mayor rendimiento (2851.95 cajas/ha) con una relación B/C favorable de 2.54. Esto sugiere que la inversión en fertilización combinada, si bien implica mayores costos iniciales, puede justificarse por los incrementos significativos en productividad.

6.2 Recomendaciones

Implementar el tratamiento combinado N + K 1L + 2L/ha en plantaciones comerciales de banano, considerando las condiciones edafoclimáticas específicas de cada zona.

Realizar análisis de suelo y foliares periódicos para ajustar las dosis de fertilización según las necesidades específicas del cultivo y las condiciones del suelo.

Evaluar el fraccionamiento de las aplicaciones de N y K para optimizar la eficiencia de absorción y reducir pérdidas por lixiviación.

Establecer ensayos a largo plazo para evaluar el efecto residual de las aplicaciones de N y K en ciclos productivos posteriores.

Desarrollar estudios complementarios que incluyan análisis de calidad de fruta y vida postcosecha bajo los diferentes tratamientos de fertilización.

Investigar la interacción de N y K con otros nutrientes esenciales para desarrollar programas de fertilización más integrales y eficientes.

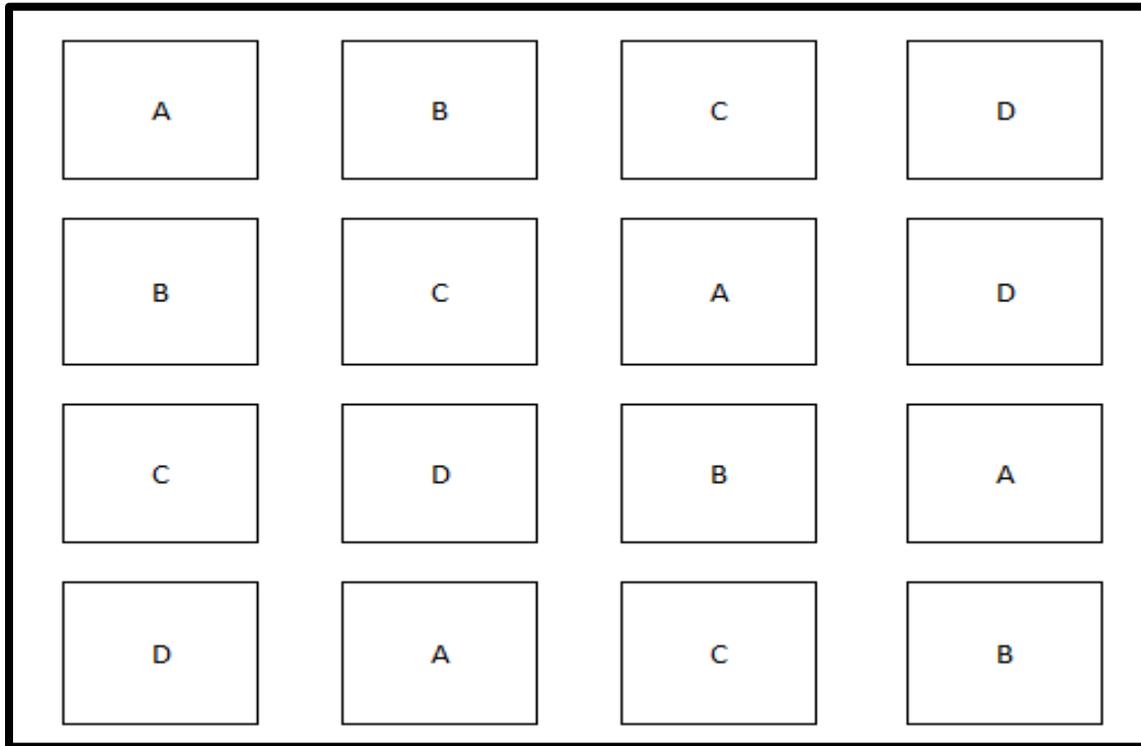
BIBLIOGRAFÍA

- Ajila, J. (2022). Análisis de la producción y comercialización de banano. Recuperado de <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/498>
- Asamblea Nacional de la República del Ecuador, (2016) protección y recuperación de la fertilidad de la tierra. Marco legal.
- Balladares, C. (2016). Morfología del cultivo de banano. Industria del banano. tesis de grado. Universidad Politécnica del Litoral. Guayaquil - Ecuador.
- Brund, N. (2013). Precipitaciones. *Agronomía Costarricense*, 39-51.
- Bravo, O. (2018). Suelos, Colombia: Pontifica Universidad Javeriana.
- Buste, C. (2019). Crecimiento de hijuelos de banano en respuesta al abonamiento potásico. Recuperado de <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/>
- Carrera, R. (2015). Taxonomía del cultivo de banano. Recuperado de <http://www.agrocalidad.gob.ec/documentos>
- Cardoso, (2017). Siembra. Recuperado de www.ecuaquimica.com. Ecuador.
- Charpentier, J. (1964). Síntomas de carencia de seis elementos minerales en el banano. *Fertilité*, 22, 15-50
- Cornejo, L. (2019). Hoja. Manual técnico inia. Chile.
- Díaz, (2015). Fertilización. En tesis. Babahoyo, Ecuador: Universidad Técnica de Babahoyo.
- Elbehri, M. (2015). Clima. Guía técnica del banano, Scielo, 1.
- Espinosa, J. y Mite, F. (2021). Estado actual y futuro de la nutrición y fertilización del banano. <http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5>.
- Fernández, H. (2013). Control de malezas. Scielo, 85-91.
- Gaviola, S. (2008). Efecto de la fertilización nitrogenada. *Colorado*. 35(1):67-75
- Gómez, R., y López, M. (2019). Fertilización del plátano con nitrógeno y potasio durante el primer ciclo productivo. *Revista Agrícola Tropical*, 10(3), 67-75.
- González, C. (2017). Efecto de la sustitución del cloruro de potasio por nitrato de potasio en un programa de fertilización bananero. Tesis Ing. Agrónomo. Machala, EC, Universidad Técnica de Machala, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias. pp.
- Hidalgo, (2017). Fruto. Manual técnico de banano. Scielo, 85-91.
- Hualpa, C. (2018). Apuntalamiento. Labores culturales. *Granma Ciencia*, 1-10.

- INEC. (2018). Superficie total de plantaciones de banano en cultivos del Ecuador. Scielo 043 - 518.
- Infoagro, (2016). Sistema radicular. *Agronomía Costarricense*, 39-51.
- Macas, A., Romero, P. (2024). Efecto de la fertilización con diferentes fuentes de potasio en el estado nutricional del cultivo de banano (*Musa spp.*). <https://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/22712>
- Madero, E. (2014). Flores. Manejo del cultivo de banano. Academia colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales.
- Martínez, J., y Pérez, A. (2021). Efecto de la fertilización nitrogenada y potásica en el rendimiento del banano en condiciones de riego. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 15(2), 45-52.
- Mendoza, A. (2012). Origen. Cultivo de banano Granma Ciencia, 1-10
- Rivera, L., y Sánchez, T. (2020). Respuesta del banano a la fertilización con nitrógeno y potasio en suelos volcánicos. *Acta Agronómica*, 18(4), 89-96.
- Parménides, F. (2014). Fertilización Del Plátano Con Nitrógeno Y Potasio. *Agron. Mesoam* 25(2):267-278.
- Román, P. (2023). Fertilización nitrogenada y potásica en el cultivo del banano (*Musa paradisiaca* L.) en el Distrito de Guajayvi, Departamento de San Pedro. http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pi
- Segovia, (2017). Dshije. Prácticas culturales. Scielo, 233- 239.
- Socola, J. (2021). Determinar la relación, área foliar con uso de enraizadores en la producción de banano *Musa x paradisiaca*. <https://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/17494>
- Tapia, A., y Fagiani, M. (2007). El cultivo de banano en las provincias de Salta y Jujuy. El Tabacal: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - INTA.
- Villaseñor, D. (2020). Respuesta óptima de la fertilización potásica sobre variables productivas del banano (*Musa spp.*). <https://www.scielo.cl/pdf/chjaasc/v36n2/0719-3890-chjaasc-chjaas36-14rodv80014.pdf>
- Velázquez, B. (2012). Morfología. Artículo científico. Universidad Nacional de Asunción.

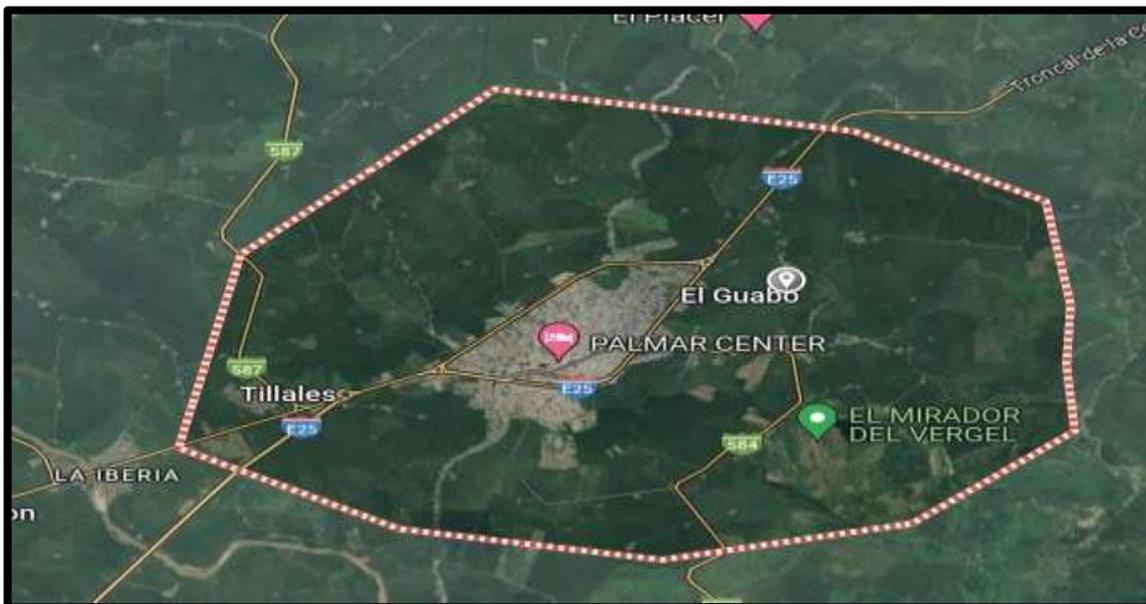
ANEXOS

Figura 1.
Croquis del estudio



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 2.
Ubicación satelital del estudio



Fuente: Google Maps, 2025

Figura 3.
Ficha técnica de potasio

FICHA TÉCNICA



WUXAL®

POTASIO

FERTILIZANTE FOLIAR

COMPOSICIÓN GARANTIZADA:	
N- Nitrogeno total	5
K - Potasio (K ₂ O)	45.76
Microelementos Quelatados (EDTA):	
Magnesio (MgO)	3.1
Azufre (S)	15.6
Molibdeno (Mo)	0.005
Cloro (Cl)	10.27
Cobre (Cu)	0.08
Manganeso (Mn)	0.08
Zinc (Zn)	0.08
Hierro (Fe)	0.18

ACCIÓN: WUXAL® POTASIO es un nutriente foliar totalmente soluble en agua y de fácil absorción por las hojas de aquellos cultivos cuyas necesidades en potasio son elevadas. Además de contener una cantidad elevada de dicho elemento, incluye en su formulación, nitrógeno, magnesio y microelementos, destacando el contenido en boro, para mantener un adecuado equilibrio nutritivo en las plantas tratadas. También actúa como acondicionador, por lo que toda solución que contenga dicho fertilizante mantiene un pH neutro, circunstancia interesante si se emplean aguas ácidas o alcalinas.

FRECUENCIA DE APLICACIÓN: WUXAL® POTASIO puede aplicarse en cualquier fase de desarrollo después de la floración. Son muy indicados los tratamientos en el período de maduración del fruto. Pueden realizarse de 3 a 4 aplicaciones desde el cuaje hasta la recolección. En aplicaciones por atomización asegurar un reparto por hectárea de 2.5 - 3.0 litros en aplicación aérea o terrestre.

MÉTODO DE APLICACIÓN: WUXAL® POTASIO posee una formulación muy completa de Potasio, Nitrógeno, Magnesio y microelementos quelatizados.

Puede aplicarse solo o en mezcla con agroquímicos y desde los primeros estados de desarrollo de los cultivos, es extremadamente seguro para las plantas aún en dosis más altas que las recomendadas. Contiene agentes buffer que regulan el pH del agua en el tanque de aplicación. Posee aditivos bio-efectivos que mejoran la eficiencia de la fertilización foliar. Puede usarse con cualquier equipo de aplicación e incluso puede aplicarse a través del equipo de riego. Puede usarse en mezcla con agroquímicos.- Su manipulación es simple siendo muy fácil dosificar y aplicar.

Antes de usar se debe agitar vigorosamente el frasco, luego medir la cantidad adecuada y disolverla en un recipiente pequeño como por ejemplo un balde de 10 litros, luego adicionarlo al tanque de la bomba de aplicación que posea agua hasta la mitad. Completar el volumen de agua y agitar vigorosamente para lograr una buena homogenización.

COMPATIBILIDAD DE MEZCLA: es compatible con la mayoría de pesticidas de uso común; sin embargo, debido a su elevada concentración de nutrientes no se recomienda mezclarlo con otros abonos foliares ni con productos que tengan fuerte reacción alcalina. Antes de hacer una mezcla, deben realizarse ensayos previos.

COMPATIBILIDAD CON EL CULTIVO: WUXAL® POTASIO no presenta síntomas de fitotoxicidad en el cultivo de rosas cuando se utiliza de acuerdo a las recomendaciones de la etiqueta.

PRECAUCIONES: A pesar que WUXAL® POTASIO tiene muy baja toxicidad, se debe guardar las precauciones que rigen en el manejo de pesticidas en general: No debe transportarse ni almacenarse con productos alimenticios, bebidas ni medicinas. Almacenar el producto, a temperatura +5°C y por encima +40°C.

Almacene el producto fuera del alcance de los niños, bajo llave, en un sitio seguro, fresco, seco y bien ventilado, separado de alimentos y drogas de consumo humano o animal, ropa, calzado y utensilios del hogar.

Antes de destruir el envase, enjuáguelo tres veces con agua (1/4 parte del contenido) y los residuos viértalos en el equipo de aplicación.

PRIMEROS AUXILIOS: En caso de intoxicación llame al médico inmediatamente o lleve el paciente al médico y muéstrele la etiqueta. En caso de ingestión no induzca el vómito si el paciente está consciente. Mientras consigue asistencia médica, suministre al paciente los primeros auxilios generales.

PERIODO DE REINGRESO: Se puede entrar en el cultivo inmediatamente después de la aplicación.

EN CASO DE EMERGENCIA LLAME AL: 1800 VENENO (836366) ATENCIÓN las 24 horas del día. Para mayor información contactarse con oficinas de Bayer: 023975200 - 0985524044.

REGISTRO AGROCALIDAD: 470-F-AGR-P

Bayer S.A.
Calle Luxemburgo N34-359 y Portugal, Edificio Cosmopolitan piso 6
Quito - Ecuador

Tel +593 (2) 3975200
Línea de Servicio al Cliente 1800-2293772
www.bayerandina.com

Fuente: Bayer, 2025

Figura 4.
Ficha técnica de nitrógeno

FICHA TÉCNICA	
NITROFOL	
LÍQUIDO	
Clase de uso: Fertilizante Foliar	
Formulación: Concentrado soluble.	
Distribuidor: PERU PRODUCTOS AGRICOLAS S.A.C.	
CARACTERÍSTICAS:	
<p>NITROFOL es un fertilizante foliar con un alto contenido de nitrógeno en sus formas biodisponibles, complementado con aminoácidos y ácidos orgánicos obtenidos por fermentación, especialmente formulado para alcanzar niveles óptimos en el vigor y presentación exportable.</p>	
<p>NITROFOL es usado como vigorizante para el desarrollo de hojas, tallos y brotes, corrige la clorosis foliar por deficiencia de nitrógeno, incrementa el proceso fotosintético, se recomienda aplicar por vía foliar desde 1 a 2 L/200 L de agua y cuando se utiliza atomizadores duplicar la dosis, en riego por goteo. Usar en una dosis de 8 a 10 L /Ha</p>	
COMPOSICIÓN	P/V
Nitrógeno (N) Total	30,0 %
Nitrógeno Ureico	15,0 %
Nitrógeno Amoniacal	7,0 %
Nitrógeno Nítrico	5,0 %
Nitrógeno Amínico	3,0 %
Aminoácidos libres	1,0 %
Extracto de algas marinas	3,5 %
Materia Orgánica	2,5 %
Extracto de Ácidos Fúlvicos	4,0 %
Acido Fólico	0,01 %
Complejo de Vitaminas	150 mg/L
Magnesio (MgO)	160 mg/L
Zinc (ZnO)	90 mg/L
Cobre (Cu)	25 mg/L
Hierro (Fe)	20 mg/L
Manganeso (Mn)	15 mg/L
Boro (B)	15 mg/L
Molibdeno (Mo)	3,0 mg/L

Fuente: Natumedia, 2025

Figura 5.
Delimitación del área de estudio



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 6.
Colocación de letreros de los tratamiento y repeticiones



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 7.
Aplicación de potasio



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 8.
Conteo dedos de racimo



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 9.
Pesaje del racimo



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 10.
Toma de datos de numero de manos



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 11.
Fumigación nitrogeno



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 12.
Control de malezas



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 13.
Aplicación de fertilizante



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 14.
Visita de la docente guía



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 15.
Preparación de fertilizante nitrógeno y potasio



Elaborado por: La Autora, 2025

Figura 16.
Preparación de Mochila



Elaborado por: La Autora, 2025

APÉNDICES

Tabla 14.

Análisis de la varianza número de manos

Numero de manos (n)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Numero de manos (n)	16	0,90	0,83	11,51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	39,88	6	6,65	13,11	0,0005
Fila	31,19	3	4,16	11,41	0,0149
Columna	31,63	3	5,52	11,21	0,0119
Tratamientos	38,19	3	12,73	25,11	0,0001
Error	4,56	9	0,51		
Total	44,44	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,57170

Error: 0,5069 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Nitrógeno 1L/ha	4,25	4	0,36	A
Potasio 2L/ha	5,25	4	0,36	A
Testigo convencional (Abon..	7,00	4	0,36	B
N + K 1L + 2L/ha	8,25	4	0,36	B

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

Tabla. 15
Análisis de la varianza número de dedos

Número de dedos (n)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Número de dedos (n)	16	0,82	0,70	4,59

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	712,00	6	118,67	6,95	0,0055
Fila	631,19	3	214,16	5,41	0,0047
Columna	731,63	3	115,52	4,21	0,0012
Tratamientos	703,25	3	234,42	13,72	0,0010
Error	153,75	9	17,08		
Total	865,75	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=9,12381

Error: 17,0833 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Nitrógeno 1L/ha	82,00	4	2,07 A
Potasio 2L/ha	86,25	4	2,07 A B
Testigo convencional (Abon..)	92,75	4	2,07 B C
N + K 1L + 2L/ha	99,50	4	2,07 C

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

Tabla. 16
Análisis de la varianza peso del racimo

Peso del racimo (kg)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso del racimo (kg)	16	0,98	0,97	0,66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,61	6	0,60	80,22	<0,0001
Fila	2,22	3	0,57	79,19	0,0033
Columna	3,22	3	0,47	79,83	0,0033
Tratamientos	3,39	3	0,13	50,56	<0,0001
Error	0,07	9	0,01		
Total	3,68	15			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,19117

Error: 0,0075 gl: 9

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Nitrógeno 1L/ha	12,58	4	0,04	A
Potasio 2L/ha	12,78	4	0,04	B
Testigo convencional (Abon..)	13,38	4	0,04	C
N + K 1L + 2L/ha	13,73	4	0,04	D

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

Tabla. 17**Análisis de la varianza rendimiento cajas/ha****Rendimiento cajas/ha**

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>R² Aj</u>	<u>CV</u>
Rendimiento cajas/ha	16	0,98	0,97	0,66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	155871,09	6	25978,52	80,23	<0,0001
Fila	119607,27	4	23202,42	79,59	0,0025
Columna	139607,27	5	23202,42	79,19	0,0039
Tratamientos	146263,82	3	48754,61	150,57	<0,0001
Error	2914,24	9	323,80		
<u>Total</u>	<u>158785,33</u>	<u>15</u>			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=39,72201

Error: 323,8044 gl: 9

<u>Tratamientos</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>	
Nitrógeno 1L/ha	2612,99	4	9,00	A
Potasio 2L/ha	2654,55	4	9,00	B
Testigo convencional (Abon..	2779,22	4	9,00	C
<u>N + K 1L + 2L/ha</u>	<u>2851,95</u>	<u>4</u>	<u>9,00</u>	<u>D</u>

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