



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

POTASIO VÍA FOLIAR: EFECTOS EN EL LLENADO Y PRODUCCIÓN EN
EL CULTIVO DE BANANO (MUSA X PARADISIACA L.)

MEDINA MINCHALA CHRISTIAN ALONSO
INGENIERO AGRÓNOMO

MACHALA
2020



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

POTASIO VÍA FOLIAR: EFECTOS EN EL LLENADO Y
PRODUCCIÓN EN EL CULTIVO DE BANANO (MUSA X
PARADISIACA L.)

MEDINA MINCHALA CHRISTIAN ALONSO
INGENIERO AGRÓNOMO

MACHALA
2020



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

TRABAJO TITULACIÓN
TRABAJO EXPERIMENTAL

POTASIO VÍA FOLIAR: EFECTOS EN EL LLENADO Y PRODUCCIÓN EN EL
CULTIVO DE BANANO (MUSA X PARADISIACA L.)

MEDINA MINCHALA CHRISTIAN ALONSO
INGENIERO AGRÓNOMO

QUEVEDO GUERRERO JOSE NICASIO

MACHALA, 18 DE DICIEMBRE DE 2020

MACHALA
2020

Tesis grado CMM

INFORME DE ORIGINALIDAD

3%

INDICE DE SIMILITUD

0%

FUENTES DE
INTERNET

0%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Técnica de Machala

Trabajo del estudiante

3%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

< 3%

Excluir bibliografía

Apagado

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, MEDINA MINCHALA CHRISTIAN ALONSO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado POTASIO VÍA FOLIAR: EFECTOS EN EL LLENADO Y PRODUCCIÓN EN EL CULTIVO DE BANANO (MUSA X PARADISIACA L.), otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

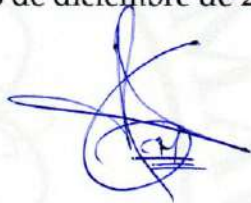
El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 18 de diciembre de 2020



MEDINA MINCHALA CHRISTIAN ALONSO
0705100071

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado especialmente a Dios por brindarme sabiduría y paciencia. A mis padres, familia en general por la confianza y el apoyo que me brindan día a día; a mi hijo Nehemias Medina quien ha sido mi inspiración para culminar con mis estudios con éxito.

AGRADECIMIENTO

Agradezco al Ing. José Quevedo Guerrero Mg Sc. Quien fue mi guía, mi apoyo incondicional durante todo este proceso, su enseñanza, paciencia y ese don de servir permitió que esta investigación de titulación culmine exitosamente.

“POTASIO VÍA FOLIAR: EFECTOS EN EL LLENADO Y PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE BANANO (*Musa x paradisiaca* L.)”

Medina Minchala, Christian
Quevedo Guerrero, José

RESUMEN

El cultivo de banano es el principal producto agrícola en generar divisas en Ecuador, es el sustento de miles de familias que se dedican a esta labor en pequeñas, medianas y grandes haciendas bananeras a nivel nacional. El cultivo ha enfrentado potenciales peligros bióticos y abióticos para su desarrollo de acuerdo a su ubicación geográfica, actualmente los problemas fitosanitarios de origen fúngico más relevantes son la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) y el fusarium (*Fusarium oxysporum f.sp. cubense*).

Este trabajo se centra en la nutrición complementaria del cultivo de banano con el uso de una fuente de potasio aplicada al follaje, la fertilización es una labor cultural muy importante porque al ser aplicada puede cubrir deficiencias de microelementos y macroelementos que serán incorporados rápidamente ya que ingresan por los estomas de las plantas y a través de espacios submicroscópicos llamados ectodesmos (IPNI, s.f.).

El diseño experimental fue de bloques al azar con de tres tratamientos y 10 repeticiones, los tratamientos fueron: T1H10 (fertilización foliar con 10 hojas a la parición), T2H8 (fertilización foliar con 8 hojas a la parición) y T3FC (tratamiento testigo bajo manejo de campo). Las variables analizadas fueron: semana a la cosecha (SC), número de hojas a la cosecha (NHC), peso del racimo (PRC), peso del raquis (PRQ), ratio (RATIO), número de manos (NM), grado de la mano del sol (GMS), grado de la última mano (GUM), consistencia de la almendra (CA), pulgadas del dedo de la última mano (PDUM).

Los resultados obtenidos fueron mejores en el T2H8, las variables de mayor impacto comercial como peso de racimo, peso de raquis, ratio y número de manos fueron mayores con valores de 47,8 lb y 6,3 lb respectivamente, el ratio fue de 0,96 y 6,1 manos como valores promedio, mientras que el T1H10 presentó un peso de racimo y raquis de 37,06 lb y 5,61 lb respectivamente, el T3FC tuvo un peso de racimo de 34,52 lb y para raquis fue de 4,58 lb, la variable número de manos no presentó diferencia entre T1H10 y T3FC fue de 5,4 manos, la variable ratio arrojó para T1H10 0,73 y 0,69 para el T3FC. Las variables para grado de la mano del sol y última mano no presentan diferencia ya que al

momento de cortar la fruta debe tener una calibración homogénea de acuerdo a los requerimientos del comprador.

Se concluye que estos resultados son producto del manejo adecuado del deshoje, en el T2H8 al momento de la parición se deja la planta con 8 hojas totalmente funcionales mientras que el T1H10 al momento de la parición se dejan 10 hojas de las cuales dos no son 100% funcionales y generan un gasto de nutrientes extra que la planta usa para mantenerlas en lugar de llevar todo al desarrollo del fruto.

Es recomendable que al momento de la parición se dejen 8 hojas funcionales y que se realice la aplicación foliar de fertilizante con potasio para complementar y corregir deficiencias nutricionales que mejoran el llenado del fruto y mayor productividad.

Palabras clave: nutrición, productividad, calidad, rendimiento

FOLIAR POTASSIUM APPLICATION: EFFECTS ON THE FILLING AND PRODUCTION OF THE BANANA CROP (*Musa x paradisiaca* L.)”

Medina Minchala, Christian
Quevedo Guerrero, José

ABSTRACT

The bananas crop is the main agricultural product in generating foreign exchange in Ecuador, it is the livelihood of thousands of families that are dedicated to this work in small, medium and big banana farms nationwide. The crop has faced potential biotic and abiotic dangers for its development according to its geographical location, currently the most relevant phytosanitary problems of fungal origin are black leaf streak (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) and fusarium (*Fusarium oxysporum f.sp. cubense*).

This work focuses on the complementary nutrition of the banana crop with the use of a source of potassium applied to the foliage, fertilization is a very important cultural task because when applied it can cover deficiencies of microelements and macroelements that will be incorporated quickly as they enter through the stomata of plants and through submicroscopic spaces called ectodesmos (IPNI, nd).

The experimental design was randomized blocks with three treatments and 10 repetitions, the treatments were: T1H10 (foliar fertilization with 10 leaves at flowering), T2H8 (foliar fertilization with 8 leaves at flowering) and T3FC (control treatment under management field). The variables analyzed were: week at harvest (SC), number of leaves at harvest (NHC), bunch weight (PRC), rachis weight (PRQ), ratio (RATIO), number of hands (NM), grade Sun Hand (GMS), Last Hand Grade (GUM), Almond Consistency (CA), Last Hand Finger Inches (PDUM).

The results obtained were better in T2H8, the variables with the greatest commercial impact such as bunch weight, rachis weight, ratio and number of hands were higher with values of 47,8 lb and 6,3 lb respectively, the ratio was 0,96 and 6,1 hands as average values, while the T1H10 presented a bunch and rachis weight of 37,06 lb and 5,61 lb respectively, the T3FC had a bunch weight of 34,52 lb and for rachis it was 4,58 lb, the variable number of hands did not present a difference between T1H10 and T3FC was 5,4 hands, the ratio variable showed 0,73 for T1H10 and 0,69 for T3FC. The variables for degree of the hand of the sun and last hand do not present difference since at the time of

cutting the fruit it must have a homogeneous calibration according to the requirements of the buyer.

It is concluded that these results are the product of proper defoliation management, in T2H8 at the time of calving the plant is left with 8 fully functional leaves while in T1H10 at flowering time 10 leaves are left, of which two are not 100 % functional and generates an expenditure of extra nutrients that the plant uses to maintain them instead of taking everything to the development of the fruit.

It is recommended that at the time of flowering 8 functional leaves are left and that the foliar application of potassium fertilizer is carried out to complement and correct nutritional deficiencies that improve the filling of the fruit and higher productivity.

Key words: nutrition, productivity, quality, performance

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	10
1.1. Objetivo general	11
1.2. Objetivos específicos.....	11
2. REVISIÓN DE LITERATURA	12
2.1. Origen del banano	12
2.2. Clasificación taxonómica	12
2.3. Fenología del cultivo	12
2.3.1. Fase vegetativa	12
2.3.2. Fase reproductiva.....	13
2.4. Morfología de la planta	13
2.5. Condiciones edafoclimáticas requeridas por el cultivo	14
2.6. Labores culturales.....	15
2.7. Importancia de la nutrición vegetal	17
2.8. Minerales básicos en la nutrición vegetal	17
2.8.1. Funciones de los macronutrientes en la nutrición.....	17
2.8.2. Funciones de los micronutrientes en la nutrición	18
2.9. El potasio en el suelo.....	18
2.10. El potasio en la nutrición del cultivo de banano	19
2.11. Aplicación de fertilizantes a base de potasio foliar	20
2.12. Diferencias entre la fertilización edáfica, foliar e inyectado	20
2.12.1. Fertilización edáfica	20
2.12.2. Fertilización foliar	21
2.12.3. Fertilización sistémica	21
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
3.1. Materiales.....	22
3.1.1. Localización del ensayo.....	22
3.1.2. Ubicación geográfica.....	22
3.1.3. Clima y ecología.....	23
3.1.4. Materiales	23
3.1.4.1. Materiales de campo	23
3.1.4.2. Productos usados en fertilización.....	23
3.1.5. Factores evaluados.....	23
3.1.6. Tratamientos	24
3.2. Metodología	24
3.2.1. Metodología usada para cumplir labores culturales	24

3.2.1.1.	Control de arvenses	24
3.2.1.2.	Riegos.....	24
3.2.1.3.	Fertilización.....	24
3.2.1.4.	Deschante	25
3.2.1.5.	Enfunde y encintado	25
3.3.	Método de manejo de Sigatoka negra	25
3.4.	Metodología para realizar análisis de suelo	25
3.5.	Metodología para determinar largo del dedo	25
3.6.	Metodología para aplicación de fertilización	26
3.7.	Metodología para ver la calidad de la almendra	26
3.8.	Metodología para obtener el peso de racimo	26
3.9.	Metodología para obtener el peso del raquis.....	26
3.10.	Metodología para determinar el grado de las manos.....	26
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1.	Anova de un factor para las variables	27
4.2.	Semana a la cosecha (SC).....	28
4.3.	Numero de hojas a la cosecha (NHC).....	29
4.4.	Peso del racimo a la cosecha (PRC)	30
4.5.	Peso del raquis a la cosecha (PQR)	31
4.6.	Número de manos (NM).....	32
4.7.	Grado de la mano del sol (GMS).....	34
4.8.	Grado de la última mano	35
4.9.	Ratio	36
4.10.	Pulgada de los dedos de la última mano	37
4.11.	Consistencia de la almendra	38
5.	CONCLUSIONES	40
6.	LITERATURA CITADA.....	41
7.	ANEXOS	45

INDICE DE TABLA

Tabla 1: Descripción de los tratamientos aplicados.....	24
Tabla 2: Características físicas y químicas del suelo del área donde se desarrolló el experimento.....	24
Tabla 3: Anova de un factor para las variables analizadas.....	27
Tabla 4: Prueba de Tukey para la variable semanas a la cosecha.	28
Tabla 5: Prueba de Tukey para variable número de hojas a la cosecha.	29
Tabla 6: Prueba de Tukey para la variable peso del racimo a la cosecha.....	31
Tabla 7: Prueba de Tukey para la variable peso del raquis.	32
Tabla 8: Prueba de Tukey para la variable número de manos.	33
Tabla 9: Prueba de Tukey para la variable grado de la mano del sol.	34
Tabla 10: Prueba de Tukey para la variable grado de la última mano.	35
Tabla 11: Prueba de Tukey para la variable ratio.	36
Tabla 12: Prueba de Tukey para la variable pulgada de los dedos de la última mano.	37
Tabla 13: Prueba de Tukey para la variable pulgada de los dedos de la última mano.	38

INDICE DE ILUSTRACION

Ilustración 1: Representación del desarrollo fenológico por fase de una planta y su retoño	13
Ilustración 2: Morfología de la planta de banano.....	14
Ilustración 3: Cuatro sistemas de localización de fertilizantes en el suelo	21
Ilustración 4: Fertilización sistémica al pseudotallo de banano	22
Ilustración 5: Variable semana a la cosecha.	28
Ilustración 6: Media para número de hojas a la cosecha.	30
Ilustración 7: Media para el peso del racimo a la cosecha.	31
Ilustración 8: Media para variable peso del raquis en lb.....	32
Ilustración 9: Media para el número de manos por racimo.	33
Ilustración 10: Media para el número de manos por racimo.	34
Ilustración 11: Media para grado de la última mano.....	35
Ilustración 12: Media para la variable ratio	36
Ilustración 13: Media para pulgadas de los dedos de la última mano.	37
Ilustración 14: Media para la variable consistencia de la almendra.	39

1. INTRODUCCIÓN

Robinson & Galán (2012) mencionan que el banano es originario del Sudeste de Asia, en esa región se centra toda su diversidad genética con especies diploides con semillas y no comercializables, del cruzamiento espontáneo entre estos ejemplares ancestrales se produjeron híbridos que dieron origen a los bananos comestibles y que se podían reproducir vegetativamente siendo estos *Musa acuminata* que da origen a bananas para consumo como fruta fresca y *Musa balbisiana* del cual se obtienen bananos para consumo bajo cocción.

El banano se cultiva en más de 130 países que abarcan grandes áreas geográficas en Latinoamérica y el Caribe, el 75 % de la producción se reparte entre 10 países de los cuales el 50 % lo cultivan India, Ecuador, Brasil y China (Quevedo, 2019).

El cultivo de banano en Ecuador se distribuye en las provincias de: Guayas, Los Ríos, Manabí, El Oro y Esmeraldas, este es el cultivo agrícola de mayor producción y exportación que favorece la economía del país, en 2019 se exportó 95 264 476 cajas un 2.08 % más que en 2018 según la Asociación de Comercialización y exportación de Banano (ACORBANEC), a este cultivo se dedican grandes y pequeños productores que generan trabajo para sustento de miles de familias.

En la actualidad el cultivo de banano está atravesando una severa crisis debido a la competencia de otros países que están tomando el control del mercado internacional ya que ofrecen fruta a menos costo, están desplazando al país del mercado de EUA y la UE que son los que mejor pagan por la fruta, por lo tanto, la mayor parte de la producción ecuatoriana se ve obligada a ingresar a mercados emergentes con los cuales los contratos son a corto plazo (El Telégrafo, 2019), la ventaja competitiva del banano ecuatoriano radica en su calidad, sabor, apariencia y tamaño por lo cual sigue siendo muy apetecido.

La nutrición es uno de los principales factores a controlar ya que de ésta depende la productividad del cultivo y su resistencia a factores bióticos y abióticos que puedan desestabilizar sus actividades fisiológicas, es por esto que en este trabajo de investigación se observará la reacción del cultivo a la aplicación de potasio en forma foliar para determinar cómo incide en los procesos biológicos de la planta, principalmente en el llenado del fruto y la productividad.

El potasio es uno de los nutrientes más importantes en la fisiología del banano, es parte de varios procesos vitales de la planta y específicamente se lo conoce como el nutriente que ayuda al llenado del fruto y a la formación de azúcares, este macroelemento se encuentra en altas cantidades en los suelos fértiles pero una fracción muy pequeña está a disposición de los cultivos, por lo que es necesario realizar aplicaciones foliares de potasio en la etapa de floración para cubrir carencias del elemento (Fertibox, 2019).

La deficiencia de este elemento se da principalmente en suelos con baja fertilidad y sus síntomas son: clorosis de las hojas, deformación del racimo y un crecimiento lento, el banano tiene una alta demanda de este elemento y debe ser compensado con fertilización edáfica que devuelva al suelo el macroelemento absorbido.

1.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto de la aplicación foliar de potasio en plantas a la floración y su relación con el número de hojas funcionales (10 y 8 hojas) en la producción de banano.

1.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto de la aplicación foliar de K en la conversión racimo/caja
- Observar el número de hojas en 8 y 10 a la floración y su efecto en el llenado y peso del racimo en plantas de banano.
- Analizar el costo y beneficio de los tratamientos.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen del banano

El banano se originó en el sureste asiático, es esta área geográfica se encuentra la mayor diversidad genética de los bananos conocidos, esta zona comprende Malasia, China Meridional e Indonesia (Soto 1994 y Robinson & Galán, 2012), según los historiadores el banano se cultivó en las islas Canarias desde 1450 (León, 2000) y luego fue traído por los españoles a América.

2.2. Clasificación taxonómica

El banano corresponde a la siguiente clasificación taxonómica:

Orden: Zingiberales

Familia: Musáceas

Género: Musa

El banano es un híbrido, resulta del cruzamiento entre *Musa acuminata* y *Musa balbisiana* que son dos especies compatibles, el ICNCP (Código Internacional de Nomenclatura para las Plantas Cultivadas) indicó que se puede otorgar un nombre científico a los híbridos pero debe ser colocado prefijo “x”, el nombre científico del banano es *Musa x paradisiaca* Linn., este nombre se puede usar para todos los híbridos de *Musa acuminata* y *Musa balbisiana* sin importar su genotipo (Valmayor, 2000).

2.3. Fenología del cultivo

2.3.1. Fase vegetativa

El crecimiento y desarrollo del banano depende de la calidad y cantidad de hojas que tenga el sistema foliar, la emisión foliar es de aproximadamente de una hoja semanal, de acuerdo a las condiciones climáticas y nutricionales esta emisión puede llegar hasta 0.4 - 0.6 hojas por semana (Martínez y Cayón, 2011).

- **Fase juvenil.**- el hijo está bajo el sustento de la planta madre, se caracteriza por la emisión de hojas pequeñas de hasta 10 cm de ancho, se conoce como F₁₀ a la primera hoja con al menos 10 cm de ancho (Robinson y Galán, 2012).
- **Fase vegetativa independiente.**- se produce en el momento en que el retoño emite su primera hoja totalmente funcional conocida como F₀ y empieza a realizar fotosíntesis (Robinson y Galán, 2012).

- **Fase aparentemente vegetativa.**- en la iniciación floral aún se encuentran dentro del pseudotallo entre 11 y 12 hojas que irán emergiendo mientras la inflorescencia asciende en el interior (Robinson y Galán, 2012).

2.3.2. Fase reproductiva

Al llegar a su fin la emisión foliar emerge la inflorescencia, el llenado del fruto depende de la cantidad de hojas sanas que tenga la planta y de su estado nutricional (Robinson y Galán, 2012).

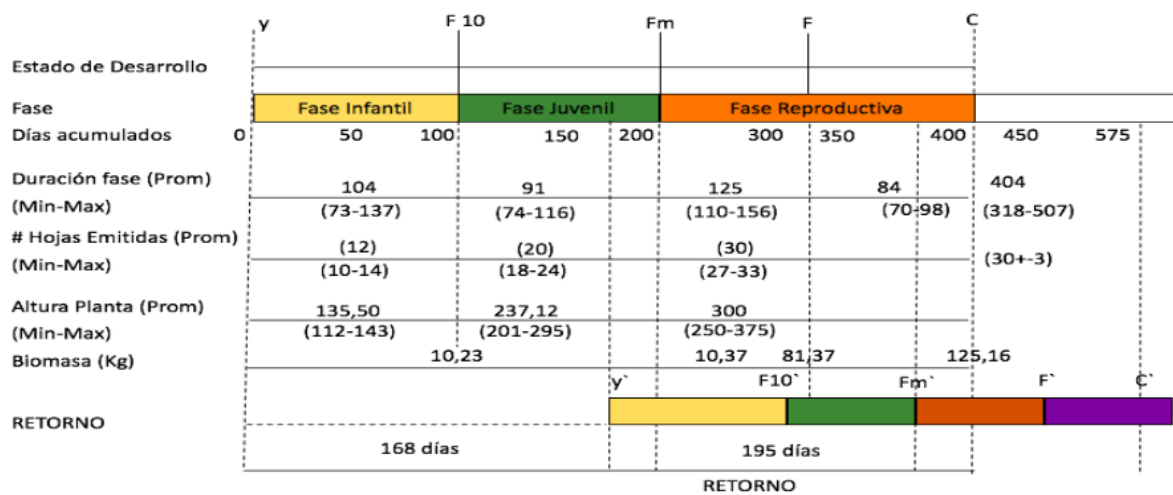


Ilustración 1: Representación del desarrollo fenológico por fase de una planta y su retoño

2.4. Morfología de la planta

- **Sistema radicular:** las raíces son de color blanquecino y succulentas, desarrollan raíces adventicias para tener anclaje, el diámetro oscila entre 5 y 8 mm, son de variada longitud en función de la nutrición podrían alcanzar más de dos metros de largo (Gómez, 2008).
- **Cepa:** es donde se originan las yemas que darán origen a una nueva planta, cada hijo crece en la base del cormo y es totalmente dependiente de la planta madre hasta que produce hojas verdaderas y se puede autoabastecer (Gómez, 2008).
- **Hojas:** son el órgano fotosintético de la planta, las hojas se forman en el meristemo ubicado en la parte superior del cormo, la hoja emerge enrollada en forma de cigarro (Gómez, 2008).
- **Inflorescencia:** la yema floral es de forma cónica y corta, crece longitudinalmente y emerge en la parte superior de la planta, las flores femeninas conforman la mano y se distribuyen de manera helicoidal en el raquis (Gómez, 2008).

- **Fruto:** se desarrolla en el ovario debido al incremento de volumen de sus tres celdas opuestas al eje central, se compone de azúcares y almidón (Gómez, 2008).

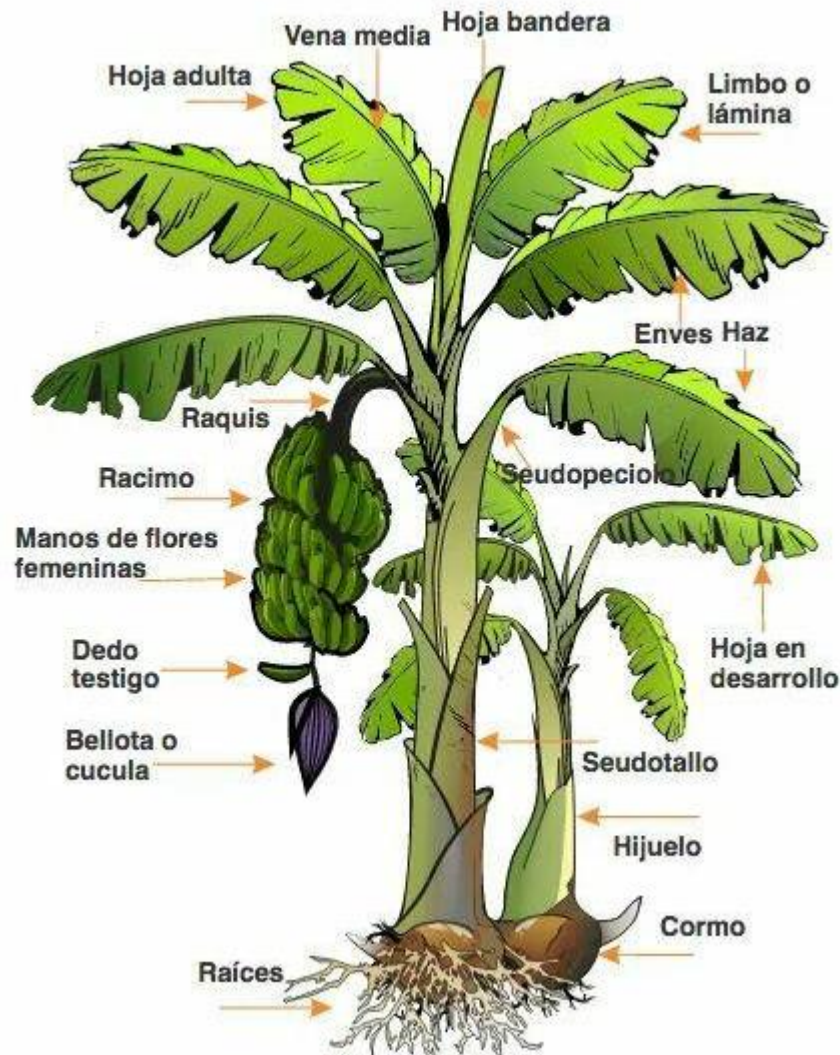


Ilustración 2: Morfología de la planta de banano

2.5. Condiciones edafoclimáticas requeridas por el cultivo

Las condiciones requeridas por el cultivo de banano son:

- **Localización geográfica:** latitud de 30° N y 30° Sur del Ecuador, las mejores condiciones de cultivo se dan entre los cero y quince grados de latitud norte y sur.
- **Altitud:** las zonas ideales para su desarrollo son entre los 0 y 300 m.s.n.m.
- **Precipitaciones y requerimientos de agua:** una precipitación de 150 a 180 mm cada mes es suficiente para suplir los requerimientos de la planta. La cantidad de agua requerida se fija entre 1.800 y 2.800 mm al año bien distribuidos.
- **Temperatura:** óptimo entre 25 y 30°C.

- **Humedad relativa:** 50%.
- **Luminosidad:** a mayor cantidad de horas luz hay mejor producción, son necesarias cerca de 1200 horas al año, aproximadamente de 3 a 5 horas de sol por día.
- **Suelos:** requiere suelos de texturas franco arenoso, franco arcilloso o franco limoso con menos del 40% de arcilla, un perfil mayor a 1,20 m de profundidad, el pH ideal es de 6,5 y tolera rangos entre 5,5 y 7,5.

2.6. Labores culturales

- **Siembra:** esta labor inicia con la preparación del suelo y existen dos maneras de realizarlo: tradicional y mecanizado (Soto, 2015).
- El sistema tradicional limpia el suelo de malezas, se marca dónde irá colocada la planta (balizar) el hoyo debe ser de aproximadamente 30 cm ancho y con una profundidad ligeramente mayor a la semilla (Soto, 2015).
- El sistema mecanizado recomienda dejar el suelo en barbecho al menos un año, inicia con la eliminación de arvenses y nivelación del terreno, luego roturación del suelo con arados, rastras u otros (Soto, 2015).
- La siembra necesita la selección del clon con el respectivo material reproductivo a usar ya sean cormos, plantas in vitro o plántulas producidas por rebrotes, los sistemas de siembra que pueden usarse son: cuadrado, rectángulo, tres bolillos, hexagonal y doble surco (Soto, 2015).
- **Riego:** por su naturaleza herbácea y su gran área foliar, este cultivo requiere elevado suministro de agua porque entre el 85 y 88 % de su constitución es agua (Torres, 2012).
- **Fertilización:** la nutrición requiere la aplicación de macro y microelementos, nitrógeno (N), sodio (Na) y potasio (K) son requeridos en mayores cantidades, elementos como hierro (Fe), zinc (Zn), manganeso (Mn), cobre (Cu), boro (B), silicio (Si) y otros deben ser aplicados en bajas dosis (Torres, 2012).
- **Deshoje:** práctica realizada para eliminar las hojas enfermas o viejas, en caso de ser una porción de la hoja se denomina cirugía (Torres, 2012).
- **Deshernane:** actividad que se realiza en plantillas, debe seleccionar los mejores retornos, en plantaciones con plantas meristemáticas los primeros hijos aparecerán muy pronto, se debe seleccionar el hijo 6, 7 u 8 ya que serán mejores en desarrollo que los primeros cinco (Soto, 2015).

- **Deshije:** consiste en la selección y regulación del número de hijos por unidad de producción (Soto, 2015).
- **Deschante:** consiste en eliminar vainas del pseudotallo a medida que se van secando y que pueden ser desprendidas fácilmente (Torres, 2012).
- **Manejo de arvenses:** se puede realizar mediante el sombreado, el uso de cobertura vegetal, incorporación de residuos de cosecha, hojas, paja, tallos, la siembra de leguminosas, el uso de machetes, desmalezadoras (Soto, 2015).
- **Enfunde:** se cubre el racimo con una funda de polietileno transparente y perforada para protegerlo de agentes externos (Torres, 2012). Es esencial enfundar la bellota inmediatamente después de tener geotropismo positivo y antes de que comiencen abrirse las brácteas para evitar que el trips cause daño, o las aves raspen los dedos o que otros insectos puedan dañar la estética de la fruta (Quevedo, 2008).
- **Encintado:** labor que indica la edad de la fruta, se manejan ocho colores de cinta y se usa semanalmente un color para cosechar los racimos de un mismo color (Torres, 2012).
- **Desflore:** esta actividad elimina los residuos florales, la flor debe desprenderse sin mucho esfuerzo, esta actividad se realiza varias veces hasta eliminar las flores para evitar que el néctar atraiga insectos como el trips (Torres, 2012).
- **Cirugía de laterales:** consiste en eliminar los dedos de los extremos de la fila exterior desde la tercera mano, para que los dedos se desarrollen de manera más abierta (Torres, 2012).
- **Deschive:** es una práctica que elimina manos inferiores, mal formadas que no cumplirán estándares de calidad y que retrasan el desarrollo de las demás (Torres, 2012).
- **Protección de manos:** por medio del daipado que pone cada mano del racimo en una funda plástica para evitar roces entre los dedos y otra técnica es el uso del collarín que brinda mayor protección a las manos (Torres, 2012).
- **Destore:** es la eliminación de la bellota, se realiza una vez que han salido todas las manos a 25 cm más abajo del dedo testigo (Torres, 2012).
- **Pre-calibración:** se realiza con el uso de un calibrador de escala internacional, se realiza una semana antes del corte para verificar si estará lista la fruta para ser cosechada la semana siguiente (Torres, 2012).
- **Cosecha:** una vez determinados los racimos a cortar en la pre-calibración se debe tener cuidado y no maltratar el racimo ya que perderá calidad, durante este proceso

la fruta seleccionada será cortada por encima de la cicatriz del raquis y se trasladará en la respectiva “cuna” hasta el cable vía o la empacadora (Torres, 2012).

- **Postcosecha:** al llegar la fruta a la empacadora se procede a revisar la calidad de la fruta y consistencia de la almendra, se lava el racimo, en la primera tina se desmana y se forman los clusters, en la otra tina el desleche y lavado, luego se colocan los clusters en bandejas de acuerdo al peso y se realiza la fumigación de corona, se etiqueta y finalmente el embalador arregla los clusters dentro de la caja y la tapa pasando a ser estibada al camión o a ser paletizada. (Agrocalidad).

2.7. Importancia de la nutrición vegetal

Mengel, K., & Kirkby, E. A. (2000) mencionan que la nutrición vegetal es la absorción de sustancias de origen químico para el posterior desarrollo y crecimiento de las plantas. El proceso para sintetizar los nutrientes es el metabolismo, éste implica una serie de reacciones que suceden dentro de las células para su desarrollo, inicia con la fotosíntesis ya que las plantas son organismos autótrofos que usan la luz del sol, el dióxido de carbono, minerales y agua (Taiz, L & Zeiger, E., 2006).

2.8. Minerales básicos en la nutrición vegetal

Los minerales necesarios se clasifican en macro y microelementos, de los cuales los macroelementos son: nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), azufre (S), calcio (Ca) y magnesio (Mg) mientras que los microelementos son: hierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn), manganeso (Mn), molibdeno (Mo) y boro (B).

2.8.1. Funciones de los macroelementos en la nutrición

FAO (s.f.) indica la importancia de los diferentes nutrientes y su forma de asimilación.

- **Nitrógeno:** se absorbe en forma de nitrato (NO_3^-) y amonio (NH_4^+) es el elemento fundamental para el crecimiento de las plantas, además constituye parte importante de la molécula de clorofila para el proceso de la fotosíntesis.
- **Fósforo:** asimilable en forma de $(\text{HPO}_4)^{-2}$ y $(\text{H}_2\text{PO}_4)^-$ es importante ya que da energía durante 2.8 g
- **Potasio:** es el nutriente de mayor relevancia ya que interviene en el proceso de división celular, en la absorción de Ca, N y Na, además otorga vigor y resistencia contra enfermedades y bajas temperaturas, entre otras funciones.

- **Azufre:** asimilable en forma de $(\text{SO}_4)^{-2}$ forma proteínas y sintetiza aminoácidos, ayuda a mantener el color verde intenso y ayuda en la formación de semillas.
- **Calcio:** asimilable en forma de Ca^{+2} , es importante en la pared celular, regulación de pH y fortalecimiento radicular.
- **Magnesio:** asimilable como ion Mg^{+2} es el núcleo de la molécula de clorofila esencial en el proceso fotosintético.

2.8.2. Funciones de los microelementos en la nutrición

FAO (s.f.) indica la importancia de los diferentes micronutrientes y su forma de asimilación.

- **Zinc:** absorbido como Zn^{+2} forma parte de varios sistemas de enzimas y controla la síntesis de reguladores del crecimiento como las auxinas.
- **Hierro:** se absorbe en forma de Fe^{+3} y Fe^{+2} se encarga de activar procesos bioquímicos como la respiración, fotosíntesis y fijación de nitrógeno.
- **Cobre:** asimilable como Cu^{+2} es un componente de enzimas y actúa como catalizador en el metabolismo vegetal.
- **Manganeso:** asimilable como ion Mn^{+2} es un activador de enzimas, ayuda en la formación de clorofila e incrementa el aprovechamiento del calcio, magnesio y fósforo.
- **Molibdeno:** asimilable como $(\text{MoO}_4)^{-2}$ forma parte de dos enzimas muy importantes en la nutrición vegetal la *nitrogenasa* que permite la fijación del nitrógeno y la *nitrate reductasa* que favorece la reducción de nitritos a nitratos.
- **Boro:** asimilable como $(\text{BO}_3)^{-3}$ $(\text{H}_2\text{BO}_3)^{-}$ $(\text{HBO}_3)^{-2}$ este microelemento se encarga de transporte de azúcares, mantiene la elasticidad de la pared celular y es importante en la calidad de las semillas

2.9. El potasio en el suelo

Conti, M. (2000) menciona que el contenido de potasio está relacionado con el tipo de material parental y la pedogénesis, su continuidad en los suelos depende de la liberación de materiales primarios y secundarios y de la participación de la arcilla ya que son la fuente primordial del potasio en el suelo. Existen cuatro formas de potasio: potasio estructural, potasio fijado, potasio intercambiable y potasio en la solución del suelo (Smart Fertilizer, 2020).

- **Potasio estructural:** se halla en la estructura de feldspatos, arcillas y micas pero este potasio es insoluble y por medio de los procesos de meteorización se liberan lentamente a la solución del suelo y también forma parte del potasio de reserva.
- **Potasio fijado:** este potasio está en las arcillas y no está disponible para las plantas, con la humedad del suelo es que este se libera lentamente ya que está fuertemente unido a la fase sólida mineral y forma parte del potasio de reserva o de reposición.
- **Potasio intercambiable:** es una forma disponible de potasio que puede ser usado por las plantas, se encuentra en equilibrio con la solución del suelo y se desplaza rápidamente, se encuentra en su forma iónica (K^+) y está unido a materiales en la fase sólida, mineral y orgánica.
- **Potasio en la solución del suelo:** este tipo de potasio está disponible inmediatamente para las plantas, pero este tipo de potasio en la solución del suelo es muy pequeño y no abastece la nutrición, las plantas en crecimiento absorben rápidamente el potasio que luego será restituido.

El potasio en la solución del suelo es el que está disponible de manera inmediata, la cantidad de K en la solución del suelo es siempre baja, el K intercambiable es más abundante y el K fijado regula el bastecimiento en periodos de demanda elevada por los cultivos (Conti, M., 2000).

2.10. El potasio en la nutrición del cultivo de banano

López, A. & Espinosa, J. (1998); Kant, S. & Kafkafi, U. (2002) y Escobar, O. (2015) indican que el potasio (K) es un macronutriente esencial en el crecimiento y desarrollo de las plantas, el potasio tiene amplias funciones como la osmorregulación, síntesis de almidones y proteínas, activación de enzimas y balance de cargas iónicas, además influye en el balance de agua y el crecimiento meristemático (Mengel y Kirby, 1982).

El potasio administrado correctamente favorece la resistencia de los cultivos al estrés causado por factores de origen biótico o abiótico. El porcentaje de potasio en la materia seca oscila entre 2 a 5 %, el requerimiento de potasio depende de la etapa fisiológica en que se encuentre la planta, además ejerce gran influencia sobre en el vigor y peso de los racimos, la principal función del potasio en el banano está ligada al transporte, acumulación de azúcares y el llenado del fruto (Becerra *et al.*, 2007).

Escobar, O. (2015) menciona que el banano extrae cerca de 400 kg de potasio y 125 kg de nitrógeno por ha año⁻¹, al llegar a la etapa fenológica de reproducción la planta de banano tiene acumulado un 56% de potasio, al momento del corte el racimo tiene 45 % del potasio acumulado.

2.11. Aplicación de fertilizantes a base de potasio foliar

Los fertilizantes foliares tienen una menor concentración de nutrientes y sirven para complementar la nutrición edáfica ya que las dosis aplicadas son bajas, existen varios efectos agronómicos que se ven beneficiados con el uso de nitrato de potasio aplicado vía foliar como son: estimulación de formación de brotes, estimulación del cuajado y llenado de frutos, induce la floración en hortalizas, ayuda a conservar la fruta luego de la cosecha y promueve la floración en frutales (Matta, M. G. 2000).

2.12. Diferencias entre la fertilización edáfica, foliar e inyectado

2.12.1. Fertilización edáfica

Esta es la técnica más antigua realizada para devolver al suelo su fertilidad, está influenciada por varios factores que reducen su efectividad como: volatilización, lixiviación y la posibilidad de existir bloqueos de elementos en los suelos, otros factores que tienen importancia son: pH, capacidad de intercambio catiónico (CIC), la humedad del suelo y la cantidad de materia orgánica (Finca y campo, 2020).

La fertilización edáfica puede realizarse de diferentes maneras, de acuerdo al sistema radicular de las plantas se debe considerar la manera correcta de aplicación para obtener mejores resultados.

Las formas de aplicación dependen de la movilidad del fertilizante, disposición radicular y la naturaleza del fertilizante (Marín, J. 2018).

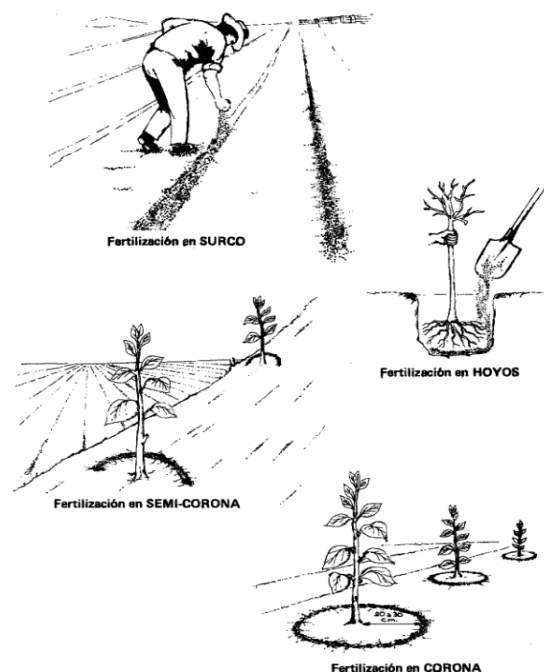


Ilustración 3: Cuatro sistemas de localización de fertilizantes en el suelo

2.12.2. Fertilización foliar

Es una técnica muy efectiva al momento de aplicar fertilizantes porque al ser absorbidos por los estomas hay un mayor aprovechamiento del producto, este tipo de fertilización se usa para suplir carencias de determinado elemento y ofrecer nutrición rápida que estimule a la planta en su desarrollo (Fertibox, 2019).

Este tipo de fertilización es específico para cada tipo de cultivo, etapa fenológica y se debe considerar las condiciones ambientales como la temperatura (20 - 28 ° C), se aplica directamente sobre la parte aérea de las plantas y en horas de la tarde cuando los estomas estén abiertos.

Entre los múltiples beneficios de la fertilización foliar están:

- Se aporta nutrientes en momentos idóneos.
- Posee elevada eficiencia por lo cual su aprovechamiento es alto.
- Se puede usar con otros productos a manera de coctel.
- Se puede aplicar cantidades pequeñas de nutrientes uniformemente.

2.12.3. Fertilización sistémica

Es un tipo de fertilización dirigida porque se inyecta en el pseudotallo directamente a la savia del árbol (Ilustración 3) aprovechando al 100 % el producto aplicado, esta

alternativa se originó porque el desarrollo del banano suele ser insatisfactorio, por lo tanto estas inyecciones de soluciones nutricionales y estimulantes mejoran las características agronómicas e incrementan los rendimientos, nutriendo a la planta de manera directa, la mayor desventaja que presenta este tipo de fertilización sistémica es el uso de jeringuillas que pasan de un pseudotallo a otro y podría en el peor de los casos existir un contagio de algún patógeno como virus o bacteria y diseminarlo por todas las plantas inyectadas.



Ilustración 4: Fertilización sistémica al pseudotallo de banano

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales

3.1.1. Localización del ensayo

El presente trabajo se realizó en el área de banano de la granja Santa Inés de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, ubicada en el km 5,5 vía al Cambio, parroquia El Cambio, provincia de El Oro Ecuador.

3.1.2. Ubicación geográfica

Geográficamente, el sitio de estudio se encuentra ubicado entre las siguientes coordenadas:

Coordenadas: UTM (Universal Transverse Mercator)

Datum: WGS 84 (World Geodetic System 1984)

Zona: 17 S

Coordenada Este: 620746 mE

Coordenada Norte: 9636196 mS

Altitud: 6 msnm

3.1.3. Clima y ecología

El sitio del ensayo de acuerdo a las zonas de vida natural de Holdridge y el mapa ecológico del Ecuador, tiene condiciones agroclimáticas con 2 a 3 horas de heliofanía diarias, una temperatura 25°C y 500 mm de precipitación anual que corresponde a un bosque muy seco – Tropical (bms – T).

3.1.4. Materiales

3.1.4.1. Materiales de campo

- Palas
- Palines
- Podón
- Cintas de colores
- Fundas
- Curvo
- Cunas
- Balanza
- Calibrador
- Cinta métrica
- Bomba OLEOMAC 15 l
- Cámara
- Spray color blanco
- Libreta de apuntes

3.1.4.2. Productos usados en fertilización

Se usaron los siguientes productos:

- Fertilizante foliar

3.1.5. Factores evaluados

Las variables a evaluar fueron:

- Semana a la cosecha en el enfunde o edad.
- Numero de hojas a la cosecha
- Peso del racimo
- Número de manos
- Grado de la mano al sol
- Grado de la última mano
- Peso del raquis
- Consistencia de la almendra
- Longitud del dedo de la última mano

3.1.6. Tratamientos

El área experimental fue de 3049,2 m² con un diseño experimental de bloques al azar de tres tratamientos y 10 repeticiones, los tratamientos realizados en esta investigación fueron:

Tabla 1: Descripción de los tratamientos aplicados

Tto	Repeticiones	Código	Descripción
T1	10	T1H10(1)...T1H10(10)	75 g foliar en 15 l de agua, 10 hojas a la aparición
T2	10	T2H8(1)...T2H8(10)	75 g foliar en 15 l de agua, 8 hojas a la aparición
T3	10	T3FC(1)... T3HFC(10)	este fue tomado como referencia del manejo de la finca

3.2. Metodología

3.2.1. Metodología usada para cumplir labores culturales

3.2.1.1. Control de arvenses

Se realizó manualmente y con rozadora una vez al mes.

3.2.1.2. Riegos

Se estableció un calendario de riego para las necesidades hídricas del cultivo

3.2.1.3. Fertilización

La fertilización del área de estudio se rige en función de la Tabla 2, donde se indica los parámetros físico-químicos que existen en el suelo al momento de realizar el experimento.

Tabla 2: Características físicas y químicas del suelo del área donde se desarrolló el experimento.

Parámetro	“Santa Inés” (*)
Materia orgánica, %	4,9
Clase textural	Arcillo limosa
Conductividad eléctrica, mS cm ⁻¹	0,38
pH (en H ₂ O)	8.1
pH (en KCl)	7,2
Nitrato (NO ₃ -N), mg kg ⁻¹	8,1
Amonio (N-NH ₄), mg kg ⁻¹	3,9
Nitrógeno (N) Total, mg kg ⁻¹	10,2

Fósforo (P), mg kg ⁻¹	19,4
Potasio (K), mg kg ⁻¹	66,8
Magnesio (Mg), mg kg ⁻¹	155
Calcio (Ca), mg kg ⁻¹	820
Azufre (S), mg kg ⁻¹	14,9
Hierro (Fe), mg kg ⁻¹	26,5
Manganeso (Mn), mg kg ⁻¹	22,6
Cobre (Cu), mg kg ⁻¹	7,7
Zinc (Zn), mg kg ⁻¹	1,9
Boro (B), mg kg ⁻¹	0,19
Sodio (Na), mg kg ⁻¹	49,7
Cloruro (Cl-1), mg kg ⁻¹	22,1
Sales totales, mg kg ⁻¹	289

(*) Granja Experimental “Santa Inés”

3.2.1.4. Deschante

Se cortó la parte que se desprendía fácilmente del pseudotallo para no dañar la estructura de la planta.

3.2.1.5. Enfunde y encintado

Una vez que la bellota tiene geotropismo positivo y antes que se abran las brácteas se coloca la funda con la cinta de acuerdo a la semana de calendario.

3.3. Método de manejo de Sigatoka negra

Se realizó este manejo mediante el uso de labores culturales como la eliminación de las hojas enfermas y bajas para reducir el inóculo causado por ascosporas del tejido foliar enfermo sobre el sano, se realizaron las respectivas cirugías o podas en áreas afectadas por sigatoka para reducir la infección, las partes eliminadas se colocaron en el suelo y se realizaron controles con fungicida convencional.

3.4. Metodología para realizar análisis de suelo

Se procedió a tomar muestras del área, las muestras se recolectaron en forma de zig-zag con un barreno hasta obtener 2 kg de muestra, se guardaron en fundas plásticas y finalmente fueron enviadas al laboratorio para análisis básico.

3.5. Metodología para determinar largo del dedo

Para medir la longitud del dedo se utilizó una cinta métrica y se realizó de la siguiente manera: se determinó midiendo la curvatura exterior del dedo individual con una cinta desde el extremo distal hasta el extremo proximal, donde se considera que termina la pulpa.

3.6. Metodología para aplicación de fertilización

Aplicación de fertilizante foliar con el uso de bomba OLEOMAC con capacidad para 15 l.

3.7. Metodología para ver la calidad de la almendra

Para ver el color de la almendra se debe cortar un dedo del racimo de forma longitudinal y observar su color el cual debe ser blanco y de textura consistente, una almendra con color amarillo y de consistencia cremosa no sirve para exportación porque está próxima a maduración.

3.8. Metodología para obtener el peso de racimo

Para determinar el peso del racimo se procedió a cosecharlo y luego pesarlo en una balanza y anotar el referente.

3.9. Metodología para obtener el peso del raquis

Para determinar el peso del raquis se desmanó el racimo y se pesó el raquis solo.

3.10. Metodología para determinar el grado de las manos

Para determinar el grado de las manos se usó un calibrador que se coloca en la mitad del dedo de banano y nos indica en qué grado está.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Anova de un factor para las variables

Para analizar los efectos del potasio sobre el llenado y producción se realizó un Anova (Tabla 3) para verificar la significancia entre los tratamientos y las variables analizadas.

Tabla 3: Anova de un factor para las variables analizadas

ANOVA de un factor						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
SC	Inter-grupos	7,200	2	3,600	8,452	,001
	Intra-grupos	11,500	27	,426		
	Total	18,700	29			
NHC	Inter-grupos	18,867	2	9,433	19,592	,000
	Intra-grupos	13,000	27	,481		
	Total	31,867	29			
PRC	Inter-grupos	993,859	2	496,929	10,364	,000
	Intra-grupos	1294,540	27	47,946		
	Total	2288,399	29			
PRQ	Inter-grupos	15,669	2	7,835	9,097	,001
	Intra-grupos	23,253	27	,861		
	Total	38,923	29			
NM	Inter-grupos	3,267	2	1,633	4,546	,020
	Intra-grupos	9,700	27	,359		
	Total	12,967	29			
GMS	Inter-grupos	2,817	2	1,408	2,919	,071
	Intra-grupos	13,025	27	,482		
	Total	15,842	29			
GUM	Inter-grupos	22,217	2	11,108	14,402	,000
	Intra-grupos	20,825	27	,771		
	Total	43,042	29			
PDUM	Inter-grupos	10,867	2	5,433	61,768	,000
	Intra-grupos	2,375	27	,088		
	Total	13,242	29			
CA	Inter-grupos	,467	2	,233	2,100	,142
	Intra-grupos	3,000	27	,111		
	Total	3,467	29			
Ratio	Inter-grupos	,428	2	,214	10,213	,000
	Intra-grupos	,565	27	,021		
	Total	,993	29			

4.2. Semana a la cosecha (SC)

La tabla 4 para la variable semanas a la cosecha nos indica que con la prueba de Tukey se formaron dos grupos, resulta representativo que el T2H8 fue más precoz con respecto al T1H10 y el T3FC, esto se debe a que el T2H8 tiene una mayor producción de biomasa ya que las 8 hojas son totalmente funcionales mientras que el T1H10 de las 10 hojas que posee dos no son funcionales y son consumidoras de nutrientes en lugar de ser proveedoras.

Tabla 4: Prueba de Tukey para la variable semanas a la cosecha.

		SC		
Tratamientos		N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
HSD de Tukey ^a	T2H8	10	10,5000	
	T1H10	10	11,1000	11,1000
	T3HFC	10		11,7000
	Sig.		,118	,118

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 10.000.

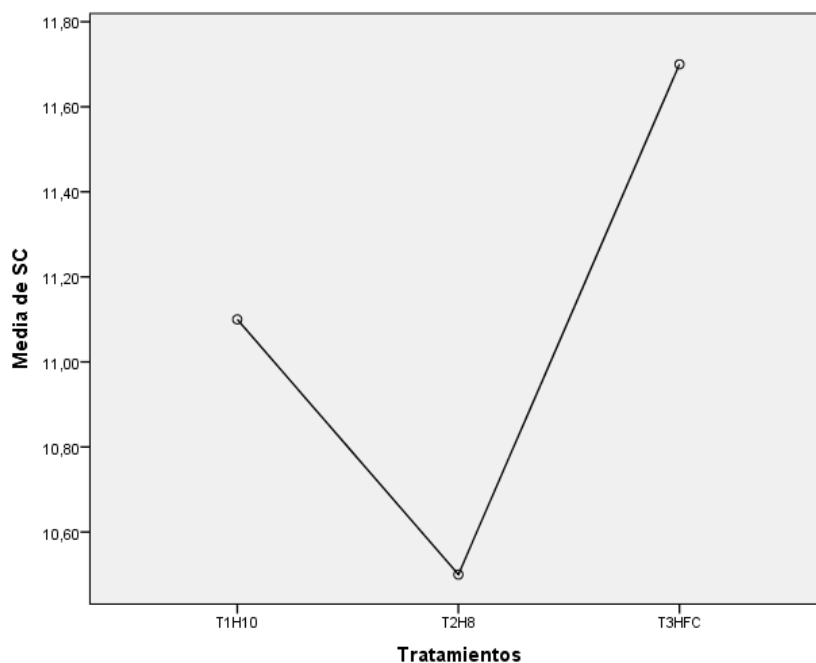


Ilustración 5: Variable semana a la cosecha.

En la ilustración 5 se observa la variable semana a la cosecha en la cual el T2H8 está listo en la semana 10,5 mientras que el T1H10 y el T3FC son cosechados a la semana 11,1 y 11,7 respectivamente. Con estos resultados se puede cosechar el racimo antes del tiempo

estipulado de 11 semanas, hay que considerar factores ambientales que pueden alargar el periodo de corte como la temporada fría de baja incidencia de luz solar.

La fruta está lista para ser cosechada a las 11 semanas luego que ha emergido la inflorescencia, por lo tanto, el T2H8 presenta una ligera precocidad de tres o cuatro días antes, este es un factor muy importante ya que de la edad de la fruta depende su proceso de maduración y llegar en perfecto estado a los mercados internacionales (BANABIOSA, 2018).

4.3. Numero de hojas a la cosecha (NHC)

La prueba de Tukey en la tabla 5 para la variable número de hojas a la cosecha indica dos grupos en los cuales el T3FC llega con 6 hojas mientras T2H8 y T1H10 con 7,3 y 7,9 hojas respectivamente.

Según Martínez y Cayón (2011), la producción del cultivo de banano depende de sus hojas y de la nutrición adecuada, el sistema foliar debe ser totalmente funcional desde el momento de la parición y durante el periodo de llenado del fruto, la planta de banano generalmente emite entre 35 a 36 hojas durante su etapa vegetativa, al momento de la parición se dejó para este ensayo 8 y 10 hojas para determinar con que cantidad es más eficiente el llenado del fruto.

Tabla 5: Prueba de Tukey para variable número de hojas a la cosecha.

NHC				
Tratamientos		N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
HSD de Tukey ^a	T3HFC	10	6,0000	
	T2H8	10		7,3000
	T1H10	10		7,9000
	Sig.		1,000	,149

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 10.000.

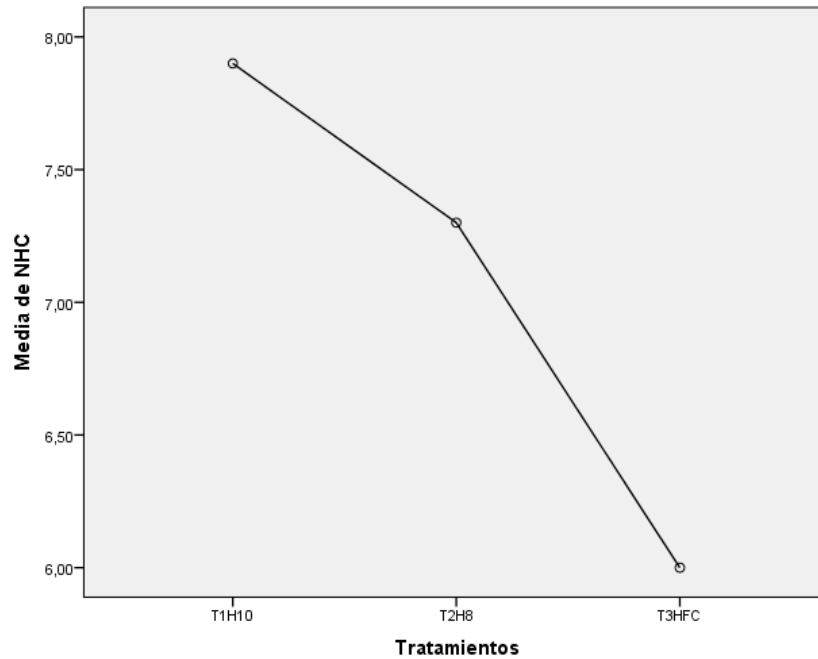


Ilustración 6: Media para número de hojas a la cosecha.

La ilustración 6 muestra la diferencia entre la cantidad de hojas en los tratamientos evaluados, el T1H10 presenta una mayor cantidad de hojas con 7,9 hojas mientras el T2H8 cuenta con 7,3 hojas y T3FC presenta 6 hojas. La cantidad de hojas en la planta asegura el llenado del fruto y el proceso fotosintético.

Para Barrera, J. *et.al.* (2009) la luz solar es primordial en la síntesis de materia seca y es la fuente de energía más importante en la producción agrícola, de esta manera la producción depende de la capacidad de captar energía solar por parte del sistema foliar ya que de esta conversión se obtendrán carbohidratos, se dice que entre el 90 y 95 % de la materia seca se produce a partir de reacciones fotosintéticas, el dióxido de carbono y el agua y el 5 y 10 % restante son tomados por la raíz de la solución del suelo, por lo tanto es más significativo el proceso fotosintético del sistema foliar que la nutrición obtenida por el sistema radicular para tener mejor producción.

4.4. Peso del racimo a la cosecha (PRC)

La tabla 6 para el peso del racimo a la cosecha nos muestra que existe significancia entre los tratamientos evaluados ya que el T2H8 tiene un mayor peso de racimo con 47,8 lb mientras el T1H10 y T3FC cuentan con 37,06 lb y 35,52 lb respectivamente, se corresponde el incremento de peso con que a menor cantidad de hojas totalmente funcionales existirá mayor peso en el racimo, mientras a mayor cantidad de hojas de las

cuales dos no son funcionales y consumirán nutrientes para su supervivencia se tendrá un menor peso de racimo.

Tabla 6: Prueba de Tukey para la variable peso del racimo a la cosecha

PRC				
		N	Subconjunto para alfa = 0.05	
Tratamientos			1	2
HSD de Tukey ^a	T3HFC	10	34,5200	47,8000
	T1H10	10	37,0600	
	T2H8	10		
	Sig.		,694	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 10.000.

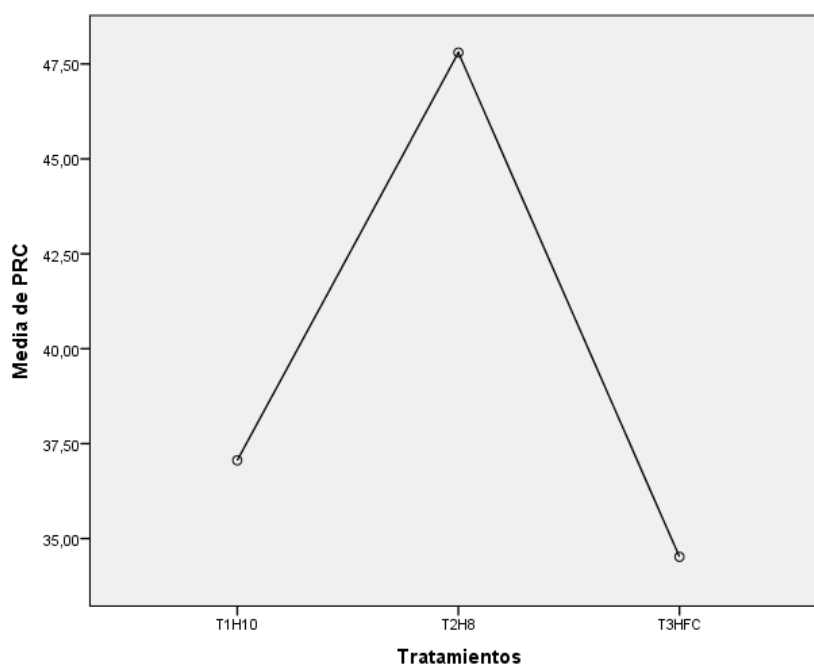


Ilustración 7: Media para el peso del racimo a la cosecha.

La ilustración 7 muestra la significancia en peso existente entre los tratamientos y el testigo, entre el T2H8 y el T1H10 Y T3FC existe una diferencia alrededor de 10 lb de peso, esto se traduce en un mayor número de cajas por hectárea que es lo más importante en el cultivo de banano. El peso del racimo está relacionado con la calidad nutricional y la formación de biomasa a partir de la fotosíntesis, el suplir las necesidades de potasio (K) durante el llenado del fruto ha logrado obtener un mayor peso de racimo

4.5. Peso del raquis a la cosecha (PQR)

La tabla 7 indica que el peso del raquis es mayor en el T2H8 con 6,35 lb mientras que el T1H10 pesa 5,61 lb y el T3FC pesa 4,58 lb.

Tabla 7: Prueba de Tukey para la variable peso del raquis.

PRQ				
Tratamientos		N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
HSD de Tukey ^a	T3HFC	10	4,5890	
	T1H10	10	5,6180	5,6180
	T2H8	10		6,3510
	Sig.		,050	,200

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 10.000.

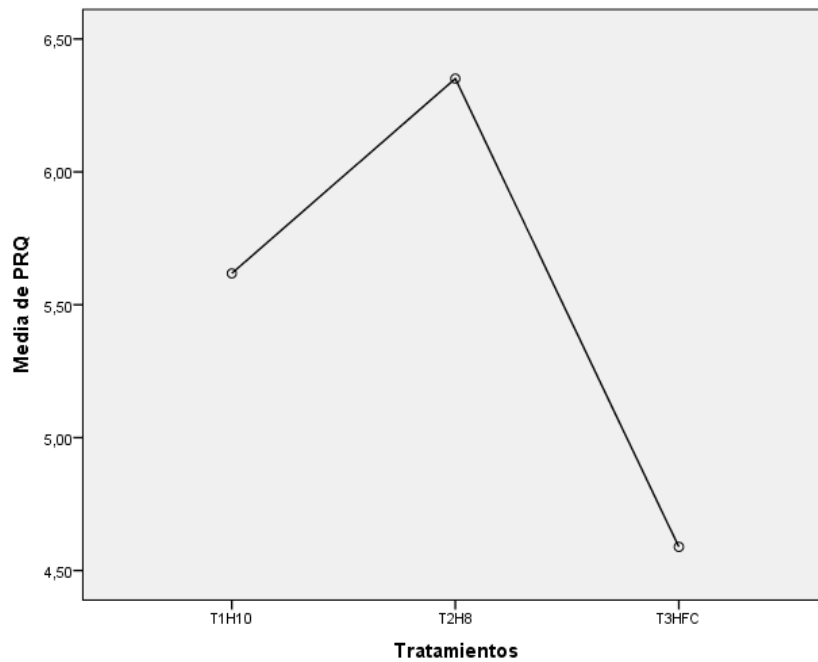


Ilustración 8: Media para variable peso del raquis en lb

La ilustración 8 muestra la media obtenida entre los resultados para los tres tratamientos, el T2H8 presenta un mayor peso de raquis equivalente al mayor peso que tiene en racimo gracias a la aplicación de potasio foliar y el dejar ocho hojas a la parición para optimizar el aprovechamiento de nutrientes con la cantidad ideal de hojas funcionales

4.6. Número de manos (NM)

La tabla 8 para la variable número de manos demuestra nuevamente la eficiencia del T2H8 con 6,1 manos mientras que T1H10 y T3FC tienen 5,4 manos. El T2H8 hasta el

momento presenta mayor peso de racimo, raquis y manos por lo tanto existe mayor productividad.

Tabla 8: Prueba de Tukey para la variable número de manos.

NM				
Tratamientos		N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
HSD de Tukey ^a	T1H10	10	5,4000	
	T3HFC	10	5,4000	
	T2H8	10		6,1000
	Sig.		1,000	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 10.000.

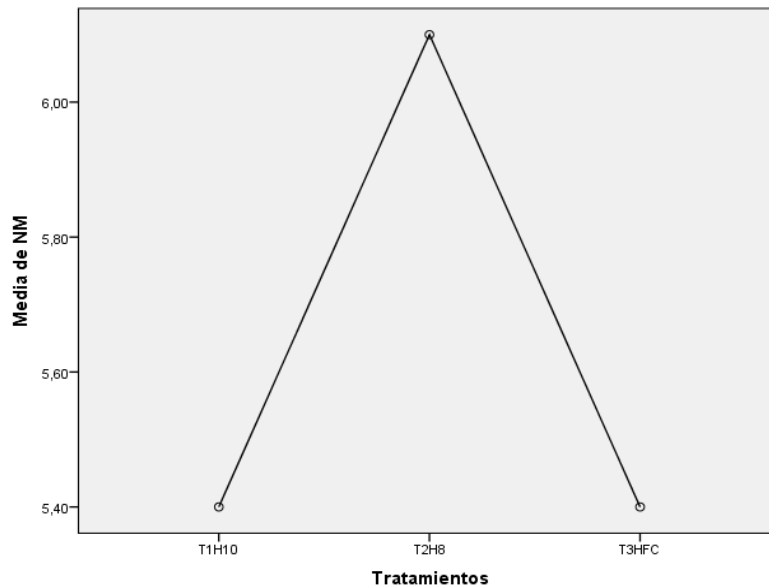


Ilustración 9: Media para el número de manos por racimo.

En la lustración 9 se observa que el T2H8 presenta mayor diferencia en cuanto a número de manos por racimo en comparación a los tratamientos T1H10 y T3FC. El número de manos no es un factor relevante en el cultivo de banano sino la conversión que se obtiene de éste con respecto al ratio y al peso del racimo son los factores que indican si hay alta o baja productividad y rentabilidad.

El número de manos que pueda llegar a tener un racimo depende además de factores como el deschive, factores abióticos como el clima ya que a menos luz solar el deschive es mayor para poder lograr el llenado adecuado del racimo, otra consideración es el tipo de caja para el que está destinado ya que algunos prefieren que sean dedos pequeños y no largos, todo esto depende de la marca a realizar.

4.7. Grado de la mano del sol (GMS)

La tabla 9 para la variable grado de la mano del sol, no es significativa ya que para el momento de corte están en 45 grados en los tratamientos evaluados y el testigo según el calendario de enfunde con un rango entre 10 a 12 semanas.

El calibre de las manos es muy importante ya que de este depende la calidad de la fruta ya que un sobre grado indica que el racimo es viejo y está próximo a maduración lo cual influiría de manera negativa en la calidad requerida por el exportador.

Tabla 9: Prueba de Tukey para la variable grado de la mano del sol.

GMS			
Tratamientos		N	Subconjunto para alfa = 0.05
			1
HSD de Tukey ^a	T3HFC	10	45,0000
	T1H10	10	45,4000
	T2H8	10	45,7500
	Sig.		,057

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 10.000.

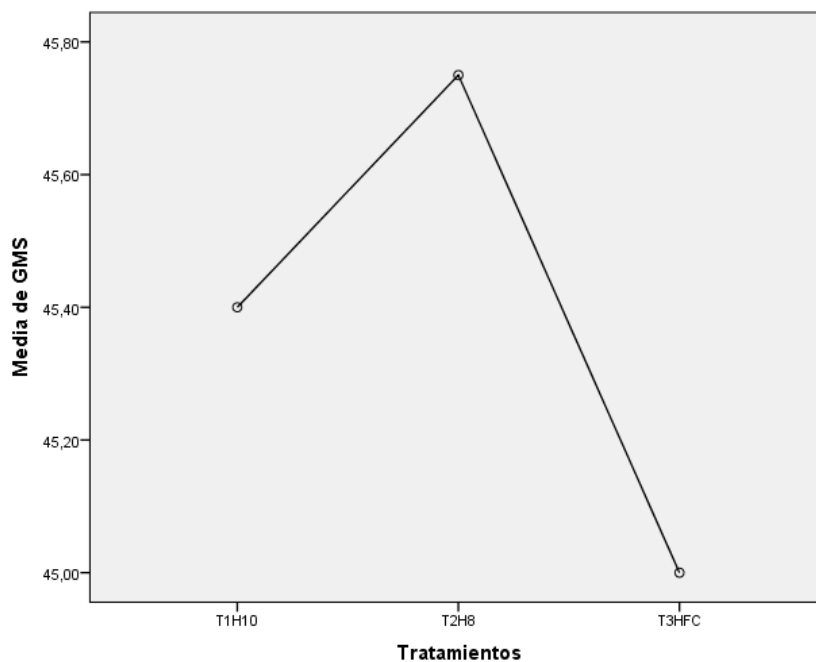


Ilustración 10: Media para el número de manos por racimo.

La ilustración 10 demuestra que la diferencia en grados para la mano del sol es mínima ya que para realizar el corte debe estar entre 45 a 46 de calibración en la mano del sol.

4.8. Grado de la última mano

La tabla 10 para la variable grado de la última mano no es significativa ya que para el corte debe estar entre 39-40 de calibración y todos los tratamientos fueron cosechados según lo que dicta el calendario de enfunde de banano.

Tabla 10: Prueba de Tukey para la variable grado de la última mano.

GUM				
Tratamientos		N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
HSD de Tukey ^a	T1H10	10	40,4500	42,3000
	T3HFC	10	40,5000	
	T2H8	10		
	Sig.		,991	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 10.000.

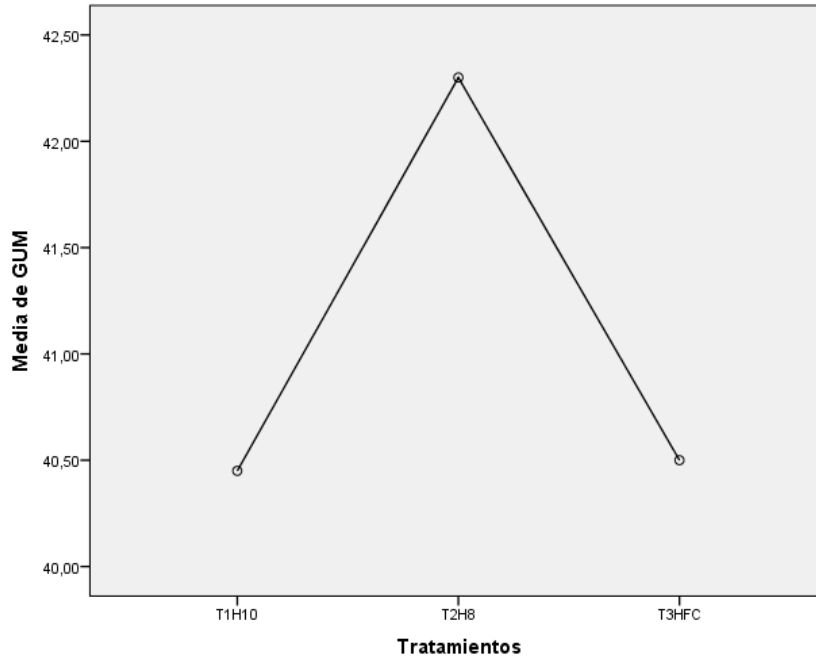


Ilustración 11: Media para grado de la última mano.

La ilustración 11 muestra que la diferencia de grado es mínima entre los tratamientos ya que para cosechar esta mano debe tener como mínimo 39 grados de calibración, a pesar de que todos los tratamientos cumplen y sobrepasan con el grado mínimo exigido para exportación, el T2H8 tiene un mejor grado en la última mano, lo que indica un mejor llenado y rendimiento racimo/caja.

4.9. Ratio

Para la variable ratio en la tabla 11 se observa que el T2H8 es superior a los demás ya que cuenta con 0,96 de conversión mientras que el T1H10 tiene 0,73 y el T3FC 0,69 de conversión.

Tabla 11: Prueba de Tukey para la variable ratio.

		Ratio		
Tratamientos		N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
HSD de Tukey ^a	T3HFC	10	,6950	
	T1H10	10	,7300	
	T2H8	10	,9640	
	Sig.		,852	1,000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 10.000.

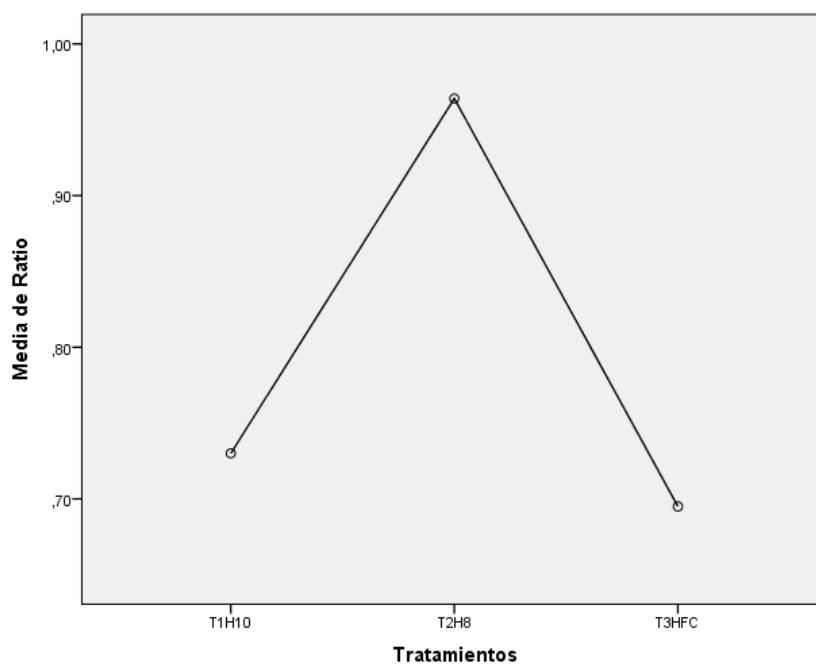


Ilustración 12: Media para la variable ratio

La ilustración 12 marca la deferencia entre el ratio de los diferentes tratamientos, considerando que este factor es muy importante en el ámbito bananero ya que al tener una conversión de 0,96 indican que un racimo estaría casi completando una caja obteniendo mayores rendimientos, mientras el T1H10 y el T3FC presentan ratios bajos, esto indicaría una menor número de cajas ya que en la conversión racimo/caja se necesita más de un racimo para hacer una caja.

4.10. Pulgada de los dedos de la última mano

La tabla 12 para la variable pulgada de los dedos de la última mano forma dos grupos en los que el T2H8 alcanza 9,35 pulgadas mientras que el T1H10 y T3FC tienen 8,2 y 7,95 pulgadas respectivamente.

Tabla 12: Prueba de Tukey para la variable pulgada de los dedos de la última mano.

PDUM				
Tratamientos		N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
HSD de Tukey ^a	T3HFC	10	7,9500	
	T1H10	10	8,2500	
	T2H8	10		9,3500
	Sig.			,079

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 10.000.

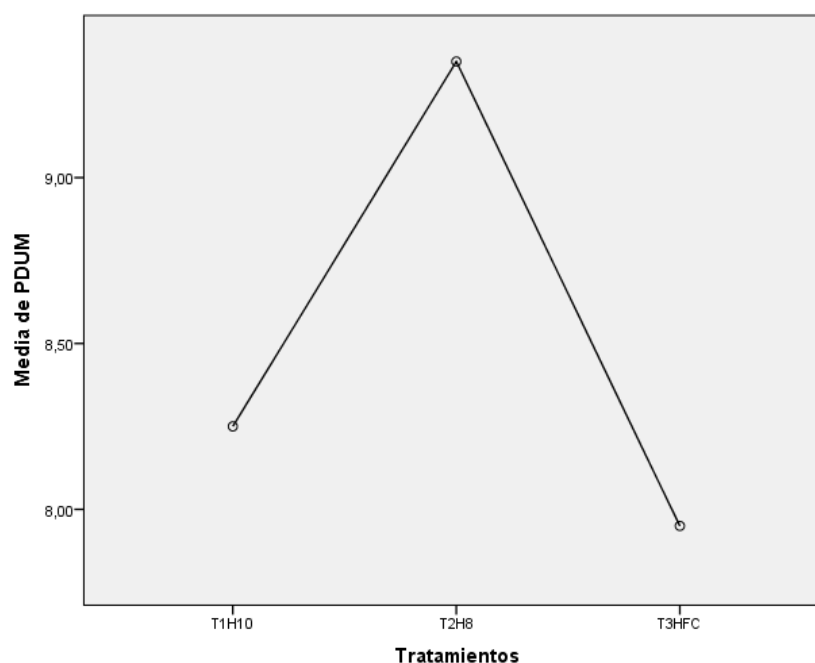


Ilustración 13: Media para pulgadas de los dedos de la última mano.

En la ilustración 13 podemos determinar la deferencia existente entre los tratamientos y observamos como el T2H8 es más largo que los demás, esto se debe principalmente a un eficiente llenado del fruto debido a un mejor proceso fotosintético realizado con 8 hojas al momento de la parición lo cual incrementa la biomasa y la formación de hidratos de carbono.

El potasio (K) está ligado al transporte, acumulación de azúcares y formación de hidratos de carbono lo cual asegura un mayor peso de racimo y raquis, mejor llenado del fruto, más largo del dedo, ratio elevado, entre otros factores relevantes al momento de obtener rentabilidad en el cultivo con un incremento de la producción.

4.11. Consistencia de la almendra

La tabla 13 para determinar la consistencia de la almendra no presenta significancia entre los tratamientos ya que la almendra fue igual para todos los racimos evaluados. La almendra al ser cortada longitudinalmente debe ser de color blanco tiza y consistente, una almendra de color amarillento y de cremosa no es apta para ser procesada porque ha iniciado su proceso de maduración y no será aceptada por el comprador ya que al desprender etileno causará maduración precoz en los demás clusters.

Tabla 13: Prueba de Tukey para la variable pulgada de los dedos de la última mano.

CA

Tratamientos		N	Subconjunto para alfa = 0.05
			1
HSD de Tukey ^a	T2H8	10	1,0000
	T1H10	10	1,1000
	T3HFC	10	1,3000
	Sig.		,128

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 10.000.

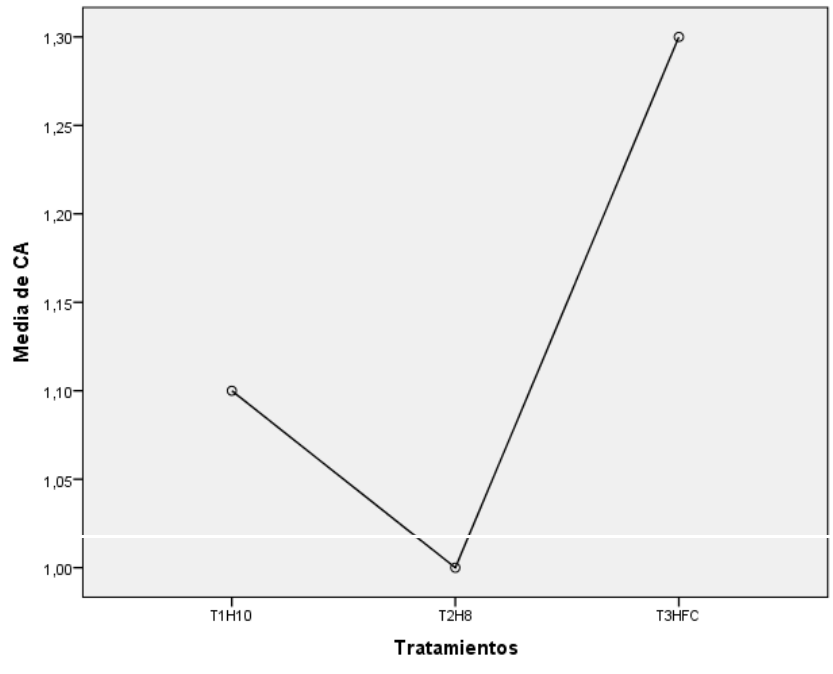


Ilustración 14: Media para la variable consistencia de la almendra.

5. CONCLUSIONES

- Se concluye que el efecto de la aplicación de potasio vía foliar en plantas a la floración a las cuales se dejó 8 hojas es positivo, de tal manera que este tratamiento logró mejores resultados en todas las variables analizadas como son mayor peso de racimo, más número de manos y una ratio elevado.
- El efecto de la aplicación de potasio foliar incrementó el llenado del fruto como se esperaba y logró mejorar considerablemente el ratio dando como resultado un mayor número de cajas por hectárea.
- Se ratifica en este trabajo que dejar ocho hojas al momento de la floración es más eficiente para el llenado y peso del racimo en comparación a dejar 10 hojas las cuales no son eficaces y no logran incrementar el peso ni el llenado del fruto.

6. LITERATURA CITADA

Agrocalidad. Manual de aplicabilidad de buenas prácticas agrícolas de banano.

Recuperado de:

<http://web.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/Manuales-de-aplicabilidad-de-BPA-para-Banano.pdf>

BANABIOSA. (2018). Adivina la edad de un racimo de banano. Disponible en: <https://www.banabiosa.com/es/calendario-de-enfunde-edad-de-un-racimo-de-banano/>

Barrera, J. L., Cayón, G., & Robles, J. (2009). Influencia de la exposición de las hojas y el epicarpio de frutos sobre el desarrollo y la calidad del racimo de plátano "Hartón"(Musa AAB Simmonds). *Agronomía Colombiana*, 27(1), 73-79. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1803/180314730010.pdf>

Becerra-Sanabria, L. A., Navia-de Mosquera, S. L., & Núñez-López, C. E. (2007). Efecto de niveles de fósforo y potasio sobre el rendimiento del cultivar 'Criolla Guaneña' en el departamento de Nariño. *Revista Latinoamericana de la papa*, 14(1), 51-60. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5512142>

Conti, M. E. (2000). Dinámica de la liberación y fijación de potasio en el suelo. *Informaciones Agronómicas del Cono Sur. INPOFOS*, (8), 25-37. Disponible en: [http://lacs.ipni.net/0/C2645DDD711C34D303257967007D6ED5/\\$FILE/AA%204.pdf](http://lacs.ipni.net/0/C2645DDD711C34D303257967007D6ED5/$FILE/AA%204.pdf)

FAO (s.f.). Funciones de los elementos en la planta. [presentación de diapositivas]. Recuperado de: http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/aup/pdf/6a.pdf Consultado el 4 de agosto de 2020.

Fertibox. (2019). El potasio y su importancia en el crecimiento vegetal. Disponible en: <https://www.fertibox.net/single-post/potasio-agricultura>

Fertibox. (2019). Fertilización foliar: una nueva alternativa nutricional para las plantas. Disponible en: <https://www.fertibox.net/single-post/fertilizacion-foliar>

Finca y campo. (2020). Nutrición vegetal: aplicación de fertilizantes edáficos. Disponible en: <http://www.fincaycampo.com/2015/08/nutricion-vegetal-aplicacion-de-fertilizantes-edaficos/>

- IPNI. (s.f.). La nutrición foliar. Disponible en: [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/2607C656965830608525801200607C31/\\$FILE/Art%202.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/2607C656965830608525801200607C31/$FILE/Art%202.pdf)
- Kant, S., & Kafkafi, U. (2002). Absorción de potasio por los cultivos en distintos estadios fisiológicos. Resultados de Investigación, Jerusalén-Israel. Disponible en: <https://www.ipipotash.org/uploads/udocs/Sesion%20V.pdf>
- León, J. (2000). Botánica de los cultivos tropicales. Agroamérica. 522 p .Recuperado de: <https://books.google.com.ec/books?id=NBtu79LJ4h4C&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>
- López, A., & Espinosa, J. (1998). *Respuesta del Banano al potasio*. Instituto de la Potasa y el Fósforo. Disponible en: [http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/02788fd8caef69705257a370058dad2/\\$FILE/Respuestabanano.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/02788fd8caef69705257a370058dad2/$FILE/Respuestabanano.pdf)
- El Telégrafo. (2019). Las ventas de banano a la Unión Europea bajan. Disponible en: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/4/ventas-banano-ecuador-bajan-union-europea>
- Escobar Pardo, O. F. (2015). Respuestas espectrales a la fertilización con nitrógeno y potasio en el cultivo del banano (musa aaa simmonds), caso municipio zona bananera. *Escuela de Posgrados*. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/56137/oscarfradiqueescobarpardo.2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gómez, A. 2008. Manual de manejo de las diferentes etapas de producción de banano de exportación. Instituto Técnico Agrícola. Recuperado de: <http://www.gipag.org/archivos/banano.pdf>
- Martínez Acosta, A. M. y Cayón Salinas, D. G. (2011). Dynamics of Growth and Development of Banana (Musa AAA Simmonds cvs. Gran Enano and Valery). *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín*, 64(2), 6055-6064. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v64n2/v64n2a03.pdf>
- Marín Morales, J. G. (2018). Algunas consideraciones sobre fertilización edáfica. Disponible en: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/22388/21231_790.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Matta Vargas, M. G. (2000). Efectos de la aplicación foliar de nitrato de potasio (KNO₃), en la producción del cultivo del pimenton (*Capsicum annum L.*) en la vereda de

- cordobita (Cienaga-Magdalena) (Doctoral dissertation, Universidad del Magdalena). Disponible en-. <http://ns2.kanoli.com/jspui/handle/123456789/2515>
- Mengel, K.; E.A. Kirkby. 1982. Potassium. In "Principles of Plant Nutrition". Chapter 10:427-453. I.P.I. Bern, Switzerland
- Mengel, K., & Kirkby, E. A. (2000). Principios de nutrición vegetal. Disponible en la web: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/59092073/276824282-Mengel-Principios-de-Nutricion-Vegetal20190430-127999-xfcp.pdf?1556646284=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DMengel_Principios_de_Nutricion_Vegetal.pdf&Expires=1596354595&Signature=XDkiU0K9n07ubjxaLhni6bvArFSVINUJpxQ0MZkBXGPqbllOGPFOcjXtE1PvaS4f8tu-wj0UJMkZahU~FMbo1IXfi-1pBO68TEW139I88hxd7rwe3M2ESA-5duWC47w3LjAZ6Pff31Qr-4A9annKWzsIvIPlci7rl-XspVplNfZ7pFuq6~fEJi9HNJ2IApIcMjL4T3L6adZ1ngGWTLQiiD3p2YJCTJtHNw4lULgPHG9a8lrqAOIeiOPXAx6bjYlfrI0fsnzk1VKVtwiVZGaXdgi9Nk9Xj80ST150wJ2Hq7K-h6WpHgpX6iJVbNww8YoL82~7pMZDtNYIRZCgVM~MmA_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA
- Quevedo, J. (2008). Manejo integrado en el control de la sigatoka negra en banano orgánico utilizando *Trichoderma harzianum* (Bachelor's thesis, Machala: Universidad Técnica de Machala).
- Quevedo, J., Delgado, I., García, R. (2019). Evaluación de la aplicación de fertilizante al pseudotallo de plantas cosechas de banano (*Musa x paradisiaca* L.) y su efecto en la velocidad de crecimiento del hijo retorno. Disponible en: <file:///C:/Users/USUARIO/AppData/Local/Temp/300-Texto%20del%20art%C3%ADculo-638-1-10-20191002.pdf>
- Robinson, J. y Galán, V. (2012). Plátanos y Bananas. Madrid, España: Mundi-Prensa. 321p. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=mAv3EQAcgZ8C&printsec=frontcover&dq=Pl%C3%A1tanos+y+Bananas.&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEWjtz6fo7I3dAhUytlkKHRKkBXMQ6AEIJTAA#v=onepage&q=Pl%C3%A1tanos%20y%20Bananas.&f=false>
- Smart Fertilizer. (2020). Potasio en el suelo. Disponible en: <https://www.smart-fertilizer.com/es/articles/potassium-in->

7. ANEXOS

Fertilizante 0-25-34 + B + Zn Registro de venta ICA N°6535

1.	Nombre comercial del producto:	COSMO-MADURADOR	
1.1	Nombre común del material técnico:	Fertilizante foliar de alta concentración de fósforo y potasio.	
1.1.1	Ingredientes activos: (IUPAC)		
1.1.1^a	Familia química:	Mezcla Fertilizante	
1.1.2	Propiedades de los Ing. Activos.		
a.	Solubilidad en agua a 20°C:	79.0 gr/100 ml	
b.	pH de la solución: al 10 %	7.0 a 8.5	
c.	Densidad en g/cm ³ :	0.556 aproximadamente.	
d.	Aspecto:	Polvo	
e.	Color:	Blanco	
f.	Estado físico:	Sólido	
1.1.3	Formula química:	Mezcla	
1.1.4	Formula estructural:	Mezcla	
1.1.5	Fabricante de los ing. Activos:	Varias compañías	
1.1.6	Estabilidad de los Ing. Activos en el suelo, agua o aire)	Estable.	
2.	Formulación:		
2.1	Tipo (sólido, liquido, otros):	Sólido.	
2.2	Concentración en % p/p ó p/v (i.a.):	0 – 25 – 34 – 4.2 - 1.0	
2.2.1	Ingredientes activos:		
a.	Macronutrientes primarios:		
a.1.	Nitrógeno total:	0,0%	
a.1.1.	Formas determinables de N	Amoniacal Nítrico Ureico	0%, 0%, 0%
a.2.	Fósforo asimilable.	25,0%	
a.2.1.	Formas determinables de P.	P ₂ O ₅	
a.3.	Potasio soluble en agua	34,0%	
a.3.1.	Formas determinables de K	K ₂ O	
b.	Micronutrientes		
b.4.	Formas determinables de B.	B	
b.4.1.	Boro total	4.2%	
b.5.	Zinc total.	1.0%	
b.5.1.	Formas determinables de Zn.	Zn ⁺⁺ como quelato de EDTA.	

Elaboró: Dpto. Técnico y Mercadeo

Actualizó: Dpto Técnico y Mercadeo
Mayo- 2020

Revisó y Aprobó: Jefe de Laboratorio

Página 1 de 4

Anexo 1. Ficha técnica del fertilizante foliar aplicado.



Anexo 2. Mezcla de fertilizante con agua en motobomba



Anexo 3. Aplicación de fertilizante



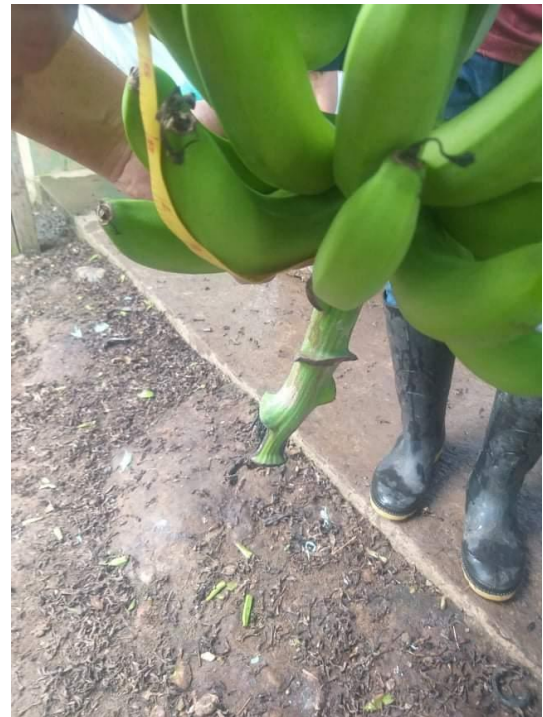
Anexo 4. Marcar el sitio para reconocer las plantas dentro del tratamiento



Anexo 5. Deshoje



Anexo 6. Pesaje de racimo y de raquis.



Anexo 7. Medición de largo del dedo de la última mano.



Anexo 8. Desmane del racimo para iniciar el proceso.



Anexo 9. Determinación de la calidad de la fruta.