



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



Componente práctico del examen de grado de carácter Complexivo,
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo a la
obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Importancia de la fertilización edáfica a base de potasio sobre el desarrollo y
rendimiento del cultivo de banano (*Musa × paradisiaca*)”

AUTOR:

Julio Jefferson Peñafiel Troya

TUTOR:

Ing. Agr. Roberto Medina Burbano . MAE.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2020



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



Componente práctico del examen de grado de carácter Complexivo,
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo a la
obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Importancia de la fertilización edáfica a base de potasio sobre el desarrollo y
rendimiento del cultivo de banano (*Musa × paradisiaca*)”

TRIBUNAL DE SUSTENTACION

Ing. Carlos Castro Arteaga, Msc.

PRESIDENTE

Ing. David Mayorga, Mg, IA

PRIMER VOCAL

Ing. Emilio Ramírez Castro, Msc.

SEGUNDA VOCAL

La responsabilidad por la investigación, análisis, resultados, conclusiones y recomendaciones presentadas y sustentadas en este componente práctico del examen complejo son de exclusividad del autor

JULIO JEFFERSON PEÑAFIEL TROYA

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación está dedicado, a Dios ya que sin sus bendiciones nada de esto sería posible, por siempre darme fuerzas cuando creía haber perdido todo, por hacerme entender que nada es fácil en la vida y que todo esfuerzo tarde o temprano tendrá su recompensa.

A mi madre María Troya, mi abuela Hilda Villamar, mi tío Samuel Alvarado, en especial a mis amigos y vecinos por estar siempre apoyándome y aconsejándome en todo.

A mi hermana ya que a pesar de no tener un apoyo siempre nos inventábamos algo para poder trabajar y obtener algo de dinero, y poder seguir con nuestros estudios.

A mis compañeros de la facultad por apoyarme siempre con la compra de mis productos, y por sus consejos recuerdo me decían, no te retires trae a vender nosotros te compramos gracias por todo, ya que sin su ayuda no habría sido posible llegar al punto en el que me encuentro espero siempre sigan con esa humildad que los caracteriza.

A mis ingenieros de la facultad, a Don miguel a Lorenita y a todos los que siempre me permitieron, seguir con la venta de mis productos (tarrinas de comida, dulces, empanadas, etc.). Sin cerrarme las puertas de las aulas de clase, permitiéndome ingresar.

Y como no mencionar o dedicar este trabajo a todos/as aquellos/as ingenieros/as que se convirtieron en amigos brindándonos sus consejos, anécdotas, dándonos charlas de reflexión son pequeños detalles que marcan la diferencia y nos muestran que el enseñar no solo se trata de llegar explicar y enviar tareas, más bien es de conocer al estudiante.

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme permitido finalizar una etapa más de mi carrera estudiantil, como es tener el título de Ing. Agropecuario.

A mí querida institución como es la Universidad Técnica de Babahoyo, y en especial a la facultad de ciencias agropecuarias, lugar de gente maravillosa que siempre estuvieron presentes en resolver cualquier inquietud de ámbito académico. Brindándome siempre todo su conocimiento técnico.

A mis amigos y compañeros de aula por apoyarme siempre y en todo momento que necesite de su ayuda, por esa amistad incondicional sin pedir nada a cambio por compartir momentos de risas, llantos, alegrías, problemas, y a pesar de todos los tropiezos me hicieron entender que las amistades se valoran. Sin importar su raza, sexo, o color.

Como no mencionar a dos grandes compañeros, amigos, hermanos. Que siempre estuvieron apoyándome en todo momento, demostrando que no es necesario tener muchos, sino los mejores ellos son: Alberto Vecilla y Sergio Arzuve.

RESUMEN

El presente trabajo realizado se fundamentó en la investigación, cuyo objetivo fue sintetizar información sobre la fertilización edáfica a base de potasio sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de banano "*Mussa paradisiaca*".

En el Ecuador la producción y comercialización de banano es un de las principales fuentes de ingreso económico, aunque no tuvo su origen en el país, es considerado uno de los cultivos más antiguos, principalmente de la región costera, el Banano es uno de los principales cultivos a nivel mundial y nacional; su producción está centrada en alimentar a la población debido a su alto valor nutricional y su bajo costo, por lo tanto, considerado un cultivo de importancia económica, social y alimenticia.

El K es un macronutriente primario para las plantas, sin embargo, aunque es esencial no es metabolizados por las plantas, permaneciendo sin formar parte de moléculas orgánicas durante todo su ciclo; no obstante, es parte de múltiples funciones dentro de las plantas como la fotosíntesis, regulación del contenido de agua, metabolismo de proteínas y activador de enzimas, la demanda del nutriente potasio (K), supera las necesidades de nitrógeno (N) y fósforo (P), en función de sostener un crecimiento adecuado y niveles óptimos de producción, las cantidades de K aplicadas en diferentes países varían de 100 a 1200 K₂O kg/ha/año.

Los síntomas de deficiencia de K son el amarillamiento en las puntas de las hojas bajas o más viejas, a medida que la planta crece la hoja se curva hacia adentro y luego muere, existe deformaciones del racimo, siendo estos de bajo tamaño, con deformidades y delgados en su mayoría, debido al mal llenado de la fruta, es muy común también que las plantas presenten un crecimiento lento y que tomen una apariencia "achaparrada", esto se debe al marcado acortamiento entrenudos.

Palabras claves: Potasio, Banano, Fertilización, Aplicación.

SUMMARY

The present work was based on the research, whose objective was to synthesize information on edaphic fertilization based on potassium about the development and yield of the banana crop "*Mussa paradisiaca*".

In Ecuador the production and commercialization of banana is one of the main sources of economic income, although it did not have its origin in the country, it is considered one of the oldest crops, mainly of the coastal region, the Banana is one of the main crops at world and national level; its production is centered in feeding the population due to its high nutritional value and its low cost, therefore, considered a crop of economic, social and nutritional importance.

K is a primary macronutrient for plants, however, although it is essential, it is not metabolized by plants, remaining unmembered by organic molecules throughout its cycle; however, it is part of multiple functions within plants such as photosynthesis, regulation of water content, protein metabolism and enzyme activator, the demand for the nutrient potassium (K), exceeds the needs of nitrogen (N) and phosphorus (P), in order to sustain adequate growth and optimal production levels, the amounts of K applied in different countries vary from 100 to 1200 K₂O kg/ha/year.

The symptoms of K deficiency are yellowing at the tips of the lower or older leaves, as the plant grows the leaf curves inward and then dies, there are deformations of the bunch, being these of small size, with deformities and thin mostly due to poorly filled fruit, it is also very common that plants have a slow growth and take a "stunted" appearance, this is due to the marked shortening of internodes.

Keywords: Potassium, Banana, Fertilization, Application

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I.....	3
MARCO METODOLÓGICO.....	3
1.1 Definición de caso de estudio	3
1.2 Planteamiento del problema	3
1.3 Justificación	4
1.4 OBJETIVOS.....	4
1.4.1 General.....	4
1.4.2 Específicos.....	4
1.5 Fundamentación Teórica	5
1.5.1 Origen del banano	5
1.5.2 Importancia del cultivo de banano	5
1.5.3 Descripción Botánica de la planta de banano	6
1.5.3.4 Rizoma o bulbo	6
1.5.3.5 Sistema radicular:.....	6
1.5.3.6 Tallo.....	6
1.5.3.7 Hojas.....	6
1.5.3.8 Inflorescencia	6
1.5.3.9 Fruto.....	7
1.5.2 Nutrientes.....	7
1.5.3 El Potasio.....	7
1.5.4 Potasio en el Suelo y absorción	8
1.5.5 Fertilización del banano.....	10
1.5.7 Síntomas y deficiencias del potasio.....	11
1.5.8 Investigación sobre nutrición con potasio (K)	12
1.6 Hipótesis.....	14
1.7 Metodología de la investigación.....	14
CAPITULO II	15

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	15
2.1. Desarrollo del caso.....	15
2.2. Situaciones detectadas (hallazgos).....	15
2.3. Soluciones planteadas.....	15
2.4. Conclusiones	16
2.5. Recomendaciones (propuestas para mejorar el caso)	16
BIBLIOGRAFÍA.....	17
ANEXOS.....	20

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Acumulación de Potasio durante el crecimiento de plantas de banano Gran Enano y Valery.....	9
Figura 2 Efecto de dosis de potasio medido por diferentes experimentos.....	13
Figura 3. Revisión e investigación de literatura	20
Figura 4. Interpretación y redacción de información.....	20

INTRODUCCIÓN

El Banano es uno de los principales cultivos a nivel mundial y nacional; su producción está centrada en alimentar a la población debido a su alto valor nutricional y su bajo costo, por lo tanto, considerado un cultivo de importancia económica, social y alimenticia (Segovia, 2010).

El banano hoy en día se ha convertido en la fruta fresca más exportada en el mundo. Su mayor exportación se realiza desde los países en vía de desarrollo hacia los países más industrializados es el caso de Estados Unidos y Rusia, quienes importan alrededor de un 90% del total mundial. Con una cifra de exportación global superior a los USD 5,000 millones en el 2008 (FAO, 2015).

En el Ecuador el Banano se cultiva principalmente en la zona de la Costa, donde en el 2018, se sembró aproximadamente 159 064 ha, con promedio nacional de 40,67 t ha⁻¹; la mayor cantidad de productores se encuentran en las provincias de Los Ríos con 55 168 ha, El Oro con 39 403 ha y Guayas con 36 111 ha de superficie cosechada (MAG, 2018).

En el proceso de crecimiento de la planta de banano aprovecha al máximo los nutrientes que el suelo le pueda brindar para su desarrollo, su aprovechamiento comienza desde el momento en que la planta es trasplantada, hasta el inicio de la floración en donde comienza con la etapa reproductiva, con el inicio de esta etapa la planta se encarga de depositar todo su almacén de nutrientes en el fruto (Walmsley & Twyford, 1968).

El K es un macronutriente primario para las plantas, sin embargo, aunque es esencial no es metabolizados por las plantas, permaneciendo sin formar parte de moléculas orgánicas durante todo su ciclo; no obstante, es parte de múltiples funciones dentro de las plantas como la fotosíntesis, regulación del contenido de agua, metabolismo de proteínas y activador de enzimas, la demanda del nutriente potasio (K), supera las necesidades de nitrógeno (N) y fósforo (P), en función de sostener un crecimiento adecuado y niveles óptimos de producción, las cantidades de K aplicadas en diferentes países varían de 100 a 1200 K₂O kg/ha/año (Kumar & Kumar, 2008).

Los síntomas de deficiencia de K son el amarillamiento en las puntas de las hojas bajas o más viejas, a medida que la planta crece la hoja se curva hacia adentro y luego muere, existe deformaciones del racimo, siendo estos de bajo tamaño, con deformidades y delgados en su mayoría, debido al mal llenado de la fruta, es muy común también que las plantas presenten un crecimiento lento y que tomen una apariencia “achaparrada”, esto se debe al marcado acortamiento entrenudos (A. Lopez & Espinosa, 1998).

Por lo antes expuesto el presente documento tiene como finalidad dar a conocer y analizar la importancia de la fertilización edáfica a base de Potasio en el cultivo de Banano.

CAPITULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1 Definición de caso de estudio

El presente documento trata sobre la temática correspondiente a la Importancia de la fertilización edáfica a base de potasio sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de banano (*Musa paradisiaca*).

Uno de los macro elementos más importante para el desarrollo del cultivo es el Potasio, debido a que es el nutriente con mayor demanda del cultivo incluso superando al Nitrógeno y siendo parte de procesos vitales como la fotosíntesis, regulación del contenido de agua, metabolismo de proteínas y activador de enzimas.

1.2 Planteamiento del problema

El banano es un cultivo fundamental en la economía del país, generando ingresos a su vez fuente de trabajo a miles de familia, siendo un cultivo sostenible para el país Ecuador, por ellos es necesario verificar que problemas afectan a su producción y rentabilidad con la finalidad de suplir en cierta medida los bajos rendimientos por unidad de superficie lo cual está directamente relacionada a las necesidades nutricionales de los cultivos y aun siendo más importante el caso del macro elemento K.

1.3 Justificación

El siguiente trabajo de investigación propone dar a conocer la importancia de fertilización edáfica a base de potasio en el cultivo de banano. Esté estimulara de manera favorable al cultivo de modo que; mediante los procesos internos que se realizan a la hora de la cosecha se pueda obtener un producto de mejor calidad en post de una correcta fertilización. Esta investigación nace a consecuencia de la observación y deducción. Por ello para satisfacer dichas necesidades y proponer soluciones concretas es necesario indagar y recolectar información para llegar a tomar decisiones coherentes y centradas.

Por tanto, a lo largo de esta investigación encontraremos que siendo el potasio un elemento primordial en la composición nutricional en la fruta de banano podemos derivar de ello que, para conseguir una mejor estabilidad del producto, este debería ser fertilizado con dicho elemento, logrando así una mejor producción y absorción de sustancias y minerales en condiciones adversas como los cambios estacionales o meteorológicos como la corriente del niño o de la niña en el Ecuador.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 General

- Analizar la importancia de la fertilización edáfica a base de potasio sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de banano. (*Musa sp*)

1.4.2 Específicos

- Conceptuar información referente al potasio aplicado edáficamente al cultivo de Banano.
- Describir el rendimiento de cajas por hectáreas mediante la fertilización potásica.

1.5 Fundamentación Teórica

1.5.1 Origen del banano

El banano (*Musa acuminata*.) es una planta de la familia Musáceae, originaria de la región Indomalaya (Indonesia, Hawái y la Polinesia). El fruto de este cultivo se consume en estado maduro. No obstante, se ha incrementado en los últimos años puesto se considera un alimento ideal para los niños, deportistas y personas de toda edad por su alto valor nutritivo (Sinagap, 2013).

1.5.2 Importancia del cultivo de banano

El banano es el cuarto cultivo alimentario más importante del mundo, después del arroz, el trigo y el maíz, considerado como alimento básico y un producto de exportación, el sector bananero juega un papel importante en la economía, donde todas las actividades productivas giran en torno al negocio de producir y exportar banano (Morelo, 2020).

Es una fruta de gran importancia socio-económica en el mundo, con alto índice de consumo per cápita y un comercio fuertemente consolidado y bien distribuido. El consumo mundial de plátano y banano durante los últimos cuarenta años creció 72% (Combatt et al, 2012).

En América del Sur, los principales países importadores de banano son: Argentina, Chile y Uruguay, que en conjunto importan cerca de 820 mil toneladas, es decir el 4 % del comercio mundial (Ecuaquimica, 2010).

En el Ecuador el Banano se cultiva principalmente en la zona de la Costa, donde en el 2018, se sembró aproximadamente 159 064 ha, con promedio nacional de 40,67 t ha⁻¹; la mayor cantidad de productores se encuentran en las provincias de Los Ríos con 55 168 ha, El Oro con 39 403 ha y Guayas con 36 111 ha de superficie cosechada (MAG, 2018).

El banano es uno de los cultivos importantes en la dieta alimenticia debido a que es una fuente de fibra y vitaminas, especialmente de vitamina B6, que regula el nivel de glucosa en la sangre. Además, los plátanos contienen caroteno, que tiene un efecto positivo en la salud del cabello, las uñas y la piel. Los científicos consideran que esta combinación de caroteno y vitamina B en esta fruta es una composición muy poderosa con un efecto preventivo contra las células cancerosas (Sociales, 2018).

1.5.3 Descripción Botánica de la planta de banano

La morfología de la planta según Martínez (2006) se describe a continuación:

1.5.3.4 Rizoma o bulbo

Tallo subterráneo con numerosos puntos de crecimiento (meristemos) que dan origen a pseudotallos, raíces y yemas vegetativas.

1.5.3.5 Sistema radicular:

La planta de banano posee raíces superficiales que se distribuyen en una capa de 30-40 cm, concentrándose la mayor parte de ellas en los 15-20 cm. Las raíces son de color blanco. Su diámetro oscila entre 5 y 8 mm y su longitud puede alcanzar los 2,5-3 m en crecimiento lateral y hasta 1,5 m en profundidad.

1.5.3.6 Tallo

El verdadero tallo es un rizoma grande, almidonoso, subterráneo, que está coronado con yemas, las cuales se desarrollan una vez que la planta ha florecido y fructificado. A medida que cada chupón del rizoma alcanza la madurez, su yema terminal se convierte en una inflorescencia al ser empujada hacia arriba desde el interior del suelo por el alargamiento del tallo, hasta que emerge arriba del pseudotallo.

1.5.3.7 Hojas

Son hojas grandes, verdes y dispuestas en forma de espiral, de 2-4 m de largo y hasta 1,5 m de ancho, con un peciolo de 1 m o más de longitud y un limbo elíptico alargado, ligeramente decurrente hacia el peciolo, un poco ondulado y glabro (Florio 2017).

1.5.3.8 Inflorescencia

Las flores son amarillentas, irregulares y con seis estambres, de los cuales uno es estéril, reducido a estaminodio petaloideo. El gineceo tiene tres pistilos, con ovario ínfero. Cada grupo de flores reunidas en cada bráctea forma una reunión de frutos llamada “mano”, que contiene de 3 a 20 frutos (Florio 2017).

1.5.3.9 Fruto

El fruto es una baya que, durante el desarrollo, éste se dobla geo trópicamente, determinando una reacción que proporciona la forma del racimo. La mayoría de los frutos de la familia de las Musáceas comestibles son estériles, debido a un complejo de causas, entre otras, a genes específicos de esterilidad femenina, triploidía y cambios estructurales cromosómicos, en distintos grados (Andersson, 2007).

1.5.2 Nutrientes

Los nutrientes son parte fundamental de múltiples reacciones bioquímicas que se traducen en la optimización y mejoramiento de una serie de procesos fisiológicos. Estos se dividen en dos categorías: los macro y micronutrientes, dentro de los macronutrientes están los primarios: N, P, K y los secundarios Mg, S y Ca, por otra parte está la categoría de los micronutrientes como Fe, Mn, Zn, Cu Mo, Cl y B (FAO, 2002).

Todos los nutrientes que son absorbidos por las plantas son en forma de iones. Para la asimilación, los iones deben estar disueltos en el agua del suelo, es decir, en una solución del suelo para que las plantas puedan absorberlos (Leon, 2011).

1.5.3 El Potasio

Considerado el elemento más importante dentro de la nutrición mineral en banano, la planta lo requiere en grandes cantidades (mayores a 1100 kg ha⁻¹ año⁻¹), es tomado en forma de catión monovalente, no forma parte de compuestos orgánicos, su contenido en tejidos vegetales puede estar entre 2.5 y 4.5% de la materia seca total. Sus niveles de extracción por la planta pueden variar, por ejemplo, Lahav & Turner, (1992) plantean que un cultivo de banano puede extraer del suelo hasta 1460 kg K ha⁻¹ año para producir unas 50 t ha⁻¹ de fruta, repartidos en 800 kg en los frutos de banano y 660 en los residuos de cosecha.

El K es un macronutriente primario para las plantas, sin embargo, aunque es esencial no es metabolizados por las plantas siendo absorbido en su forma iónica K⁺, permaneciendo sin formar parte de moléculas orgánicas durante todo el ciclo del cultivo; no obstante, es parte de múltiples funciones dentro de las plantas como la fotosíntesis, regulación del contenido de agua, metabolismo de proteínas y activador de enzimas (Barbazán et al., 2014).

El potasio regula la apertura y cierre de las estomas, y por lo tanto regula la absorción de CO₂, desencadena la activación de enzimas y es esencial para la producción de adenosina trifosfato (ATP). El ATP es una fuente de energía importante para muchos procesos químicos que tienen lugar en las células de la planta (Sela, 2020).

1.5.4 Potasio en el Suelo y absorción

Hernandez, Barbazan, & Perdomo, (2010) expresa que el potasio uno de los elementos esenciales más abundantes de la corteza terrestre K = 2.6%. Los suelos tienen grandes cantidades de K, pero sólo un pequeño % está disponible. La cantidad de K disponible en un suelo sin fertilizar depende de la cantidad y tipo de minerales potásicos y condiciones ambientales durante la formación del suelo. A su vez el potasio en el suelo se puede encontrar en mineral: 90 - 98%, también en potasio no intercambiable o fijado: 1 - 10%. A su vez KALI, (2017) indica la fracción de potasio en el suelo importante para la nutrición de la planta es aquella que se encuentra en la solución del suelo.

Salvatierra, (2002) Indica que el K se encuentra en el suelo en tres formas principales:

- **El potasio no disponible:** Es el que se encuentra formando parte de la estructura de los minerales y liberado lentamente en los procesos de meteorización.
- **Potasio lentamente disponible:** Los iones de K⁺ son atrapados o fijados por las arcillas y son liberados lentamente quedando así disponible para la planta.
- **Potasio disponible:** Es el K⁺ que se encuentra retenido electrostáticamente en los coloides del suelo en equilibrio con el K⁺ de la solución del suelo. La planta toma el K⁺ de la solución del suelo.

La concentración de potasio en la solución del suelo es mínima y rápidamente es absorbido por estar inmediatamente disponible en la solución del suelo. Cuando este nutriente es absorbido y extraído por las plantas, es renovado y restituido inmediatamente el proceso de absorción es que rompe y equilibra la concentración de potasio en la solución del suelo (Conti, 2000).

Los suelos para banano deben ser ricos en K disponible, preferiblemente con niveles superiores a 0.5 meq/100 g de suelo. Sin embargo al llegar a sobrepasar este nivel de K en el suelo no elimina la práctica de la fertilización potásica, si se desea para mantener rendimientos altos, dada la gran demanda del cultivo por este elemento (Amores, 1992).

Durante el crecimiento los cultivos absorben gran cantidad de K disponible bajo la forma intercambiable y no intercambiable. La absorción por las raíces produce una rápida disminución en la concentración de K de la solución del suelo en su cercanía. Así genera un proceso de liberación del K intercambiable absorbido por las arcillas y de la materia orgánica y su difusión hacia la zona radicular de absorción. Los aportes de K por el uso de fertilizantes son necesarios para reponer las extracciones por la cosecha (Conti, 2000).

Las cantidades de K que salen de la planta exportadas en los racimos de banano son altas. Se estima que solamente que con en la fruta cosechada se exporta fuera del terreno alrededor de 400 Kg de K, con una producción de 70 toneladas. (Antonio Lopez y Espinosa, 1995).

El K es medianamente móvil en el suelo porque es retenido por las cargas negativas de los coloides del suelo. El fraccionamiento de las dosis de K depende de la precipitación y fundamentalmente de la textura del suelo (López y Espinoza, 1995).

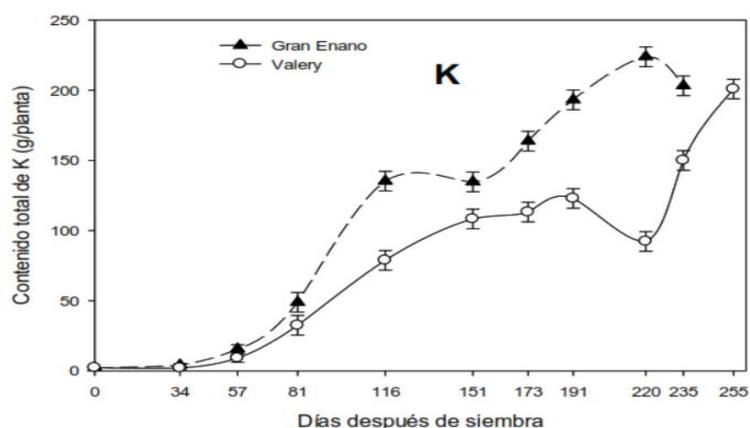


Figura 1.- Acumulación de Potasio durante el crecimiento de plantas de banano Gran Enano y Valery.

Fuente: Martínez, A., Cayon, R., & Torres, J. (2014). Distribución de los nutrientes en la planta de banano. Universidad Nacional de Colombia.

1.5.5 Fertilización del banano

Consiste en suministrar los nutrientes necesarios para el adecuado desarrollo de las plantas. Complementados por el suelo y por residuos de cosechas, pero resulta indispensable, para obtener cosechas económicamente rentables, agregar fertilizantes en una proporción equivalente a la extracción (Soto, 1990).

Los dos nutrientes que más absorbe la planta son el nitrógeno (N) y el Potasio (K) (López & Espinoza, 1995). Las estrategias de manejo de estos han cambiado y su eficiencia de uso es muy baja. La determinación exacta de la cantidad total de nutrientes requerida por el cultivo depende de la cantidad total de nutrientes absorbida para un rendimiento determinado (Espinoza y Mite, 2008).

Se considera que existe una adecuada cantidad de raíces en un anillo que se localiza de 30 hasta 60 cm de distancia de la planta, por lo que se recomienda fertilizar frente al hijo de sucesión en una semiluna de un ancho de 30 cm, lo cual es ya que la fertilización está orientada hacia la nutrición del hijo, y no tanto hacia la planta madre (Lahav & Turner, 1992).

La fertilización equilibrada logra un buen crecimiento y por ende mejor rendimiento y calidad del banano. La elección de los fertilizantes para utilizar en la fertilización, dosificación, tiempo de aplicación, etc. Varía ampliamente respecto a las condiciones edafoclimáticas (Haifa, 2006).

En la actualidad existen herramientas para determinar el contenido de los minerales en las plantas y el suelo. Son importantes a la hora de diseñar un plan de fertilización balanceado. En lo que respecta a los análisis de suelos, este método de diagnóstico trata de definir el manejo nutricional sobre la premisa de que la variabilidad intrínseca del suelo está bien cubierta cuando se muestrea en el campo para obtener una media de fertilidad del lote (Barzola & Villalba, 2013).

Consecuentemente, toda prueba de suelo es más efectiva cuando se usan en conjunción con los análisis foliares, el uso más importante del análisis foliar es el de determinar si el nivel de fertilidad del suelo y las dosis de fertilizantes aplicados son suficientes para cubrir las necesidades reales del cultivo (Bazurto, 2016).

1.5.6 Fertilización con potasio (K)

En los estados iniciales de desarrollo de la planta, el pseudotallo parece ser siempre el más grande depositario de K, seguido por las hojas y el cormo. En la floración los órganos con mayor concentración de K son el pseudotallo, hojas, cormo, y raquis interno. Al momento de la cosecha son los frutos los que tienen la mayor concentración de K (Salvatierra, 2002).

La demanda de K del banano es baja en los primeros dos meses de desarrollo del hijuelo, luego la necesidad de K aumenta rápidamente durante los siguientes 4 a 5 meses; la absorción en este periodo puede aumentarse por 20. La absorción parece detenerse o disminuir mucho después de la floración y el racimo se llena en su mayor parte a expensas del K acumulado en los órganos vegetativos (A. Martínez, Cayon, y Torres, 2014).

Aunque está claramente establecido que el K se requiere para el crecimiento de los tejidos, muchos aspectos bioquímicos del metabolismo son poco conocidos, una de las razones por las que el potasio es un elemento esencial en el mantenimiento tienen que ver con presión osmótica de las células. El incremento de volumen celular por mitosis y expansión, requiere un aumento en el contenido de K en la planta para que la turgencia celular se mantenga (Prevel, 2002).

1.5.7 Síntomas y deficiencias del potasio.

La deficiencia de potasio es común en suelos de bajo contenido de este nutriente, pero es difícil observar síntomas típicos de la deficiencia de este nutrimento en suelos fértiles. Los síntomas clásicos de la deficiencia de K se describen a continuación.

Reducción drástica del crecimiento de la planta, con disminución del número de hojas por planta y mayor intervalo de emisión entre una hoja y otra. La carencia de K afecta la filotaxia y las hojas se desarrollan unas sobre otras con peciolo corto, provocando una obstrucción foliar conocida como “Arrepollamiento” (López y Espinoza, 1995).

Otro síntoma característico de la deficiencia de K es la coloración amarillo anaranjada localizada en la punta de las hojas más viejas, más adelante las hojas se enrollan hacia dentro y mueren (Prevel, 2002).

La Carencia marcada K disminuye el tamaño del racimo y afectan la longitud y diámetro de los dedos que crecen deformes. Las manos disminuyen en número y son deformes. En algunas investigaciones realizadas se reporta que la carencia de K produce dedos curvos y de menor peso específico en comparación de los que recibieron la nutrición adecuada (López y Espinoza, 1995).

1.5.8 Causas de la deficiencia de potasio

Según Neyoy, (2012) las causas son:

- ✓ En los suelos calizos (pH alto) el fósforo se insolubiliza en parte, no estando a
- ✓ disposición de las plantas. La cal provoca su bloqueo.
- ✓ En los suelos ácidos, los fosfatos también resultan insolubilizados en forma de fosfatos
- ✓ de hierro.
- ✓ Poco fertilizante o una fórmula incorrecta.
- ✓ Cultivo en tierras donde se ha “fijado” el potasio.
- ✓ Un exceso de sal común (sodio) en torno a las raíces.

1.5.8 Investigación sobre nutrición con potasio (K)

López & Espinoza, (1995), encontraron que con una dosis de 750 kg de K₂O/ha/año, aplicada como cloruro de potasio (KCl) y fraccionada en cinco aplicaciones al año, alcanzó la mayor producción del banano, dado que con estas dosis la concentración foliar de K sobrepasa el 3.6%, apropiada para el normal desarrollo de la planta.

La fertilización con K incremento el rendimiento del banano en China, entre un 32.38 % y 66.60%, al aplicar dosis de 477 y 954 Kg ha⁻¹, los suelos bananeros utilizados poseen textura franco limosa y altos niveles de K disponible, en el área donde se realizó la investigación (Bazurto, 2016).

Soto, (1990) indica que en ensayos de campo conducidos en Changuinola, Panamá, con el clon “Gran Enano” con niveles de 0, 450 y 900 Kg de K₂O/ha/año, aplicados como sulfato de potasio, encontró que con aplicaciones mayores de 450 Kg se observó un efecto muy pronunciado sobre el crecimiento de la planta, con aumento de circunferencia de pseudotallo, número de manos por racimo, largo de dedos, número de racimos cosechados, pesos promedios de los racimos y cosecha en general.

En una investigación realizada en la provincia del Oro, Ecuador. Se encontró que la aplicación de K a un nivel de 700 kg ha⁻¹ año, a base de nitrato de potasio, provocó un incremento del 33 % en la productividad en el cultivo de banano (Huarquilla, González, & Villaseñor, 2016).

En una investigación de absorción de nutrientes se encontró que el elemento mineral más removido por el racimo fue el K con 182 kg ha⁻¹, seguido del N con 6 kg ha⁻¹, Mg con 10 kg ha⁻¹, P con 8 kg ha⁻¹, Ca con 6 kg ha⁻¹, S con 3 kg ha⁻¹, Mn con 191 g ha⁻¹, Fe con 147 g ha⁻¹, B con 89 g ha⁻¹, Zn con 68 g ha⁻¹, y Cu con 25 g ha⁻¹ (Bazurto, 2016).

1.5.9 Dosis de potasio y rendimiento por cajas

Espinoza & Mite, (2007), manifiestan en su publicación que en una comparación de dosis de diferentes fuentes de K para determinar el nivel crítico y las dosis a aplicarse de acuerdo a análisis de suelos que las mismas dosis permiten mayores rendimientos encontrando entre 600 y 700 kg ha⁻¹ en todas las fuentes (Figura 2).

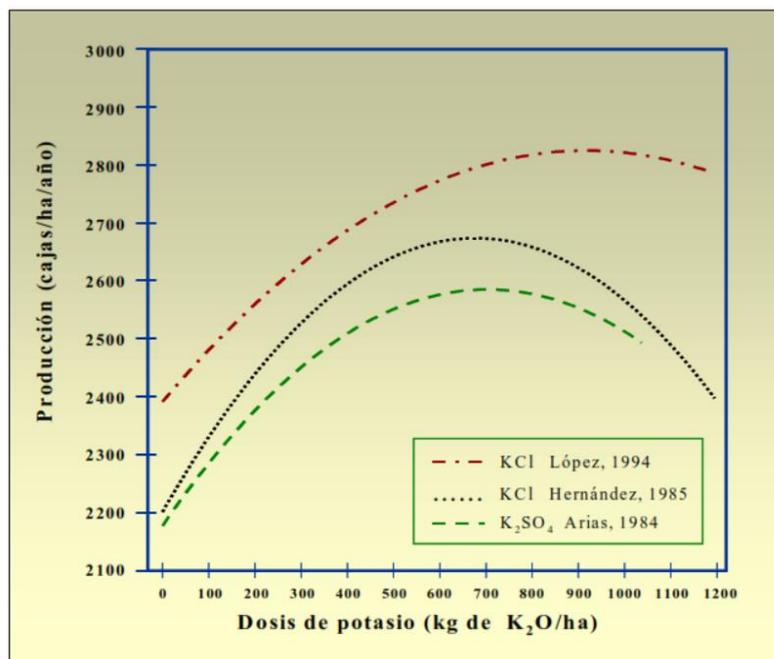


Figura 2 Efecto de dosis de potasio medido por diferentes experimentos

Fuente: Espinoza, J., & Mite, F. (2007). Estado Actual y Futuro de la nutrición y fertilización en Banano. International Plant Nutrition Institute.

1.6 Hipótesis

Ho= La fertilización edáfica del potasio no influye en el desarrollo y rendimiento del cultivo de Banano.

Ha= La fertilización edáfica del potasio influye en el desarrollo y rendimiento del cultivo de Banano.

1.7 Metodología de la investigación

Para el desarrollo del presente documento se recolecto información bibliográfica de libros, revistas, periódicos, artículos científicos, páginas web, ponencia, congresos y manuales técnicos.

La información obtenida se procesó mediante la técnica de análisis, síntesis y resumen, con la finalidad de que el lector conozca sobre la importancia de la fertilización edáfica del Potasio sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de Banano.

CAPITULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Desarrollo del caso

La finalidad de este documento fue recolectar información referente a la importancia de la fertilización edáfica a base de potasio sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de banano (*Musa × paradisiaca*).

Considerado el elemento más importante dentro de la nutrición mineral en banano, la planta lo requiere en grandes cantidades (mayores a 1100 kg ha⁻¹ año⁻¹), es tomado en forma de catión monovalente, no forma parte de compuestos orgánicos, su contenido en tejidos vegetales puede estar entre 2.5 y 4.5% de la materia seca total.

2.2. Situaciones detectadas (hallazgos)

La productividad del banano en Ecuador es baja, en comparación con diferentes países productores debido al ineficiente manejo que se le brinda al cultivo, según datos del MAG, (2018) el rendimiento promedio en la provincia de los ríos está en aproximadamente 1500 cajas/ ha/año, debido a que la mayoría de los productores no realizan una fertilización adecuada del potasio siendo el pilar fundamental de los rendimientos según lo antes expuesto, lo que implica baja producción y mermas en los beneficios económicos.

2.3. Soluciones planteadas

Es necesario capacitar a los productores sobre lo importante de la aplicación del K dado que es el nutriente que más define el rendimiento en el banano según varios estudios expuestos anteriormente, siendo el elemento que más es absorbido y principalmente traslocado al fruto para posteriormente convertirse en caja.

Huarquilla, González, & Villaseñor, (2016), encontraron un incremento del 33 % del rendimiento tan solo utilizando K a un nivel de 700 kg ha año en la provincia del Oro. Justificando lo antes mencionado.

2.4. Conclusiones

Por lo anteriormente detallado se concluye:

Es importante la fertilización a base de K para promover fotosíntesis, regulación del contenido de agua porque regula la apertura y cierre de las estomas, y por lo tanto regula la absorción de CO₂, metabolismo de proteínas y activador de enzimas, es esencial para la producción de adenosina trifosfato (ATP) siendo indispensable su aplicación.

Para obtener altos rendimientos en cajas/ha/año se debe aplicar K en dosis de 600 a 700 kg/ha/año, debido a que es el elemento que más extrae y trasloca la planta al fruto.

La utilización del macro elemento Potasio promueve el desarrollo y aumento de la producción del cultivo de Banano, lo que conlleva al incremento de los rendimientos, logrando el productor obtener mayor ganancia económica.

2.5. Recomendaciones (propuestas para mejorar el caso)

Por lo anteriormente detallado se recomienda:

1. Estudiar continuamente sobre los procesos de fertilización edáfica a base de potasio, para así obtener un mayor conocimiento que nos permita mejorar la absorción y rendimiento de este fertilizante en el cultivo de banano.
2. Los programas de fertilización a base de potasio y demás nutrientes, tengan como eje principal, estudiar análisis de suelo y foliares, para determinar la necesidad de este elemento y luego el nivel de absorción y aprovechamiento en las plantas.
3. Que al momento de realizar la cosecha se deje el pseudotallo con un tamaño de 1.5 metros para que le sirva como fuente de nutriente al hijuelo para su óptimo desarrollo.
4. El uso del raquis del racimo para que sea debuelto al campo como fuente nutricional natural, mediante el proceso de descomposición forme parte de la materia orgánica del suelo.

BIBLIOGRAFÍA

- Amores, F. (1992). Clima, Suelos, nutrición y fertilización de cultivos en el litoral ecuatoriano. *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias*.
- Andersson, L. (2007). *FISIOLOGIA DEL BANANO*.
- Barbazán, M. M., Conti, M. E., & García, F. (2014). Potasio. En H. Echeverría & F. García (Eds.), *Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos* (2.ª ed., pp. 265-238). Buenos Aires, Argentina: INTA Editorial.
- Barzola, I., & Villalba, R. (2013). Estudio comparativo de un componente de nutrición en el cultivo de banano (*Musa sp*) variedad Cavendish. *Universidad de Guayaquil*.
- Bazurto, J. (2016). *Absorción, Distribución y acumulación del nitrógeno en el banano variedad Williams en dos ciclos de producción en la zona húmeda tropical*. Bogotá, Co.
- Combatt, E., Novoa, R., & Barrera, J. (2012). Caracterización química de macroelementos en suelos cultivados con plátano (*Musa AAB Simmonds*) en el departamento de Córdoba, Colombia. *ACTA AGRONÓMICA*, 61, 166-176. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v61n2/v61n2a09.pdf>
- Conti, M. (2000). Dinámica de la liberación y fijación del potasio en el suelo. *Universidad de Buenos Aires*. Recuperado de [http://lacs.ipni.net/0/C2645DDD711C34D303257967007D6ED5/\\$FILE/AA 4.pdf](http://lacs.ipni.net/0/C2645DDD711C34D303257967007D6ED5/$FILE/AA 4.pdf)
- Ecuaquímica. (2010). *Exportación de banano en Ecuador*.
- Espinoza, J., & Mite, F. (2007). Estado Actual y Futuro de la nutrición y fertilización en Banano. *International Plant Nutrition Institute*, 14.
- Espinoza, J., & Mite, F. (2008). Búsqueda de eficiencia en el uso de nutrientes. *Plant International Nutrition Institute*, 7. Recuperado de [http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/02788fd8caef69705257a370058dad2/\\$FILE/EficienciaNutrientes.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/02788fd8caef69705257a370058dad2/$FILE/EficienciaNutrientes.pdf)
- FAO. (2002). Los fertilizantes y su uso. En *Los fertilizantes y su uso* (p. 77). FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IFA.

Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes.

FAO. (2015). *Por que un fosforo permanente sobre el banano*. Recuperado de <http://www.fao.org/economic/worldbananaforum/wbfaaboutus/msfhistory/beforewbf/e>

Florio, S., Real, F., & Florio, G. (2017). *Producción agrícola y agroecología*.

Florio, S., Real, F., Florio, G., & InfoAgro. (2017). *MORFOLOGIA DE BANANO*.

Hernandez, J., Barbazan, M., & Perdomo, C. (2010). *Fagro*. Recuperado de <http://www.fagro.edu.uy/~fertilidad/curso/docs/Potasio.pdf>

Huarquilla, W., González, C., & Villaseñor, D. (2016). *Respuesta de diferentes dosis y fuentes de fertilización potásica sobre la productividad del Banano (Musa sp.). Ecuador*.

KALI. (2017). *Niveles de Fertilización del suelo*.

Kumar, A., & Kumar, N. (2008). Studies on the efficacy of sulphate of potash (SOP) on the physiological, yield and quality parameters of banana cv. Robusta (Cavendish-AAA). *Asian Journal of Biosciences*.

Lahav, E., & Turner, D. (1992). Fertilización del banano para rendimientos altos. *Segunda edición. INPOFOS. Boletín No. 7. 71 p.*

Leon, G. (2011). Sistemas de producción vegetal. *Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua*, 148. Recuperado de https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4781/sistemas_de_produccion_vegetal_2.pdf

Lopez, A., & Espinosa, J. (1998). *Respuesta del banano al potasio In: W. Salvatierra (ed) Incremento de la productividad del banano mediante el uso eficiente de la fertilización con N, K y densidades altas de plantas*.

Lopez, Antonio, & Espinosa, J. (1995). Manual de nutrición y fertilización del banano. *International Plant Nutrition Institute*, 86. Recuperado de [http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/c093707b0327c2fe05257a40005f359f/\\$FILE/N_F_Banano.002.002.pdf/N_F_Banano.pdf](http://nla.ipni.net/ipniweb/region/nla.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/c093707b0327c2fe05257a40005f359f/$FILE/N_F_Banano.002.002.pdf/N_F_Banano.pdf)

MAG. (2018). *Boletín situacional Banano. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Sistema*

de información pública agropecuaria. Recuperado de <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/bananos/boletines-situacionales-banano>

Martinez, A., Cayon, R., & Torres, J. (2014). Distribución de los nutrientes en la planta de banano. *Universidad Nacional de Colombia*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/303692380_Distribucion_de_los_nutrientes_dura_nte_el_crecimiento_de_la_planta_de_banano

Neyoy, C. (2012). *Funciones, deficiencias y toxicidades de los principales nutrientes en la planta*. Recuperado de <http://fisiolvegetal.blogspot.com/2012/10/funciones-deficiencias-y-toxicidades-%0Ade.html>

Prevel, M. (2002). Requerimiento nutricionales del banano. *Fertilité* 22:15:50.

Salvatierra, W. (2002). Incremento de la productividad del Banano mediante el uso de eficiente de la fertilización con N,K y altas densidades de plantas. *Universidad Laica Eloy Alfaro*. Recuperado de [https://books.google.com.ec/books?id=hLMzAQAAMAAJ&pg=PA61&dq=concentracion%0A+de+nutrientes+foliares+en+el+banano&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwj5o-q2ZvhAhVCiFkKHfrpCiIQ6AEIKDAA#v=onepage&q=concentracion de nutrientes foliares en el banano&f=false%0A%0A](https://books.google.com.ec/books?id=hLMzAQAAMAAJ&pg=PA61&dq=concentracion%0A+de+nutrientes+foliares+en+el+banano&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwj5o-q2ZvhAhVCiFkKHfrpCiIQ6AEIKDAA#v=onepage&q=concentracion%20de%20nutrientes%20foliares%20en%20el%20banano&f=false%0A%0A)

Segovia, D. (2010). *Ficha sectorial banano y platano*. Recuperado de <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/2017/09/Ficha-Sectorial-Banano.pdf>

Sela, G. (2020). Potasio en las plantas. Recuperado de smartFertilizerAdmin website: <https://www.smart-fertilizer.com/es/articles/potassium-in-plants/>

Sinagap. (2013). *Cultivo de banano*. 141.

Sociales, A. nova S. (2018). Importancia del potasio en el fruto. Recuperado de <https://agrinova.com/noticias/importanciapotasioplanta/>

Soto, M. (1990). Siembra y operaciones del cultivo de banano. *San José, Costa Rica : Imprenta LIL.P. 155,211-365*.

Walmsley, D., & Twyford, I. (1968). Translocation of phosphorus within a stool of robusta bananas. *Tropical Agriculture*, 45, 223-228.

ANEXOS



Figura 3. Revisión e investigación de literatura



Figura 4. Interpretación y redacción de información