

EFECTO DE LA INTERACCION DE N Y K SOBRE LAS VARIABLES DE RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PLATANO (*Musa AAB Simmonds*) EN SAN JUAN DE URABA - ANTIOQUIA

EFFECT OF NITROGEN AND POTASSIUM INTERACTION ON HARTON PLANTAIN (*Musa AAB Simmonds*) YIELD IN SAN JUAN DE URABA, ANTIOQUIA

Enrique M. Combatt¹, Guillermo Martínez¹, José L. Barrera¹

RESUMEN

El trabajo se realizó en el municipio de San Juan de Urabá - Antioquia, con el fin de evaluar el efecto de la interacción de los elementos esenciales N y K sobre variables de rendimiento, peso del racimo, longitud y peso del dedo central de la primera mano en el cultivo de plátano Hartón (*Musa AAB Simmonds*), y establecer el óptimo económico para los diferentes tratamientos. Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo de parcelas divididas, con 49 tratamientos y 3 repeticiones. Las parcelas principales corresponden a los 7 niveles de nitrógeno (0, 50, 100, 150, 200, 250 y 300 kg. N ha⁻¹); las sub parcelas corresponden a los 7 niveles de potasio (0, 200, 400, 600, 800, 1000 y 1200 kg. K₂O ha⁻¹), fraccionada en 3 épocas de aplicación, a los 2, 4 y 6 meses de edad del cultivo. Se utilizaron como fuentes de fertilizantes: urea del 46% de N; y cloruro de potasio del 60% de K₂O. Al final del experimento se pudo concluir que los tratamientos con mejores resultados fue cuando se aplicó 200 Kg ha⁻¹ N, 200 kg ha⁻¹ K₂O, y 200 Kg ha⁻¹ de N, 600 Kg ha⁻¹ de K₂O con rendimiento que oscilaron entre 40 y 50 Ton ha⁻¹ de fruta y donde se obtienen los mejores beneficios económicos. Se determinaron las ecuaciones estadísticamente para las variables, peso neto de la fruta, para la interacción de N*K encontrando que la ecuación estimada es $Y = -3.1755 + 0.1079x - 0.000018732x^2$, para un peso máximo neto estimado de 12.37 kg racimo⁻¹, utilizando dosis de 300 kg ha⁻¹ de N y 288 kg ha⁻¹ de K. Con respecto al peso del dedo central de la primera mano, se estimó que la interacción de N*K, arroja una ecuación estimada: $Y = 8.95 + 3.578x - 0.0066927x^2$, utilizando dosis constante de N = 300 Kg ha⁻¹ y 263 Kg ha⁻¹ de K, para un peso máximo estimado de la primera mano de 462.7 g dedo.

Palabras claves: Fertilización, racimo, nitrógeno, potasio.

¹Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Facultad Ciencias Agrícolas. Universidad de Córdoba. Grupo de Cultivos Tropicales de Clima Cálido Universidad de Córdoba. Telefax 0947860255. Montería Córdoba.
E-mail:ecombatt@sinu.unicordoba.edu.co, jlbarrera@sinu.unicordoba.edu.co

ABSTRACT

The present research was performed in San Juan de Urabá (Antioquía) with the purpose of evaluating the N:K interaction on yield, raceme weight and first finger weight and length of the *Hartón* plantain cultivar. To determine the best treatment, a randomized block design was used with 49 treatments and three replicates. The main lots were N levels (0, 50, 100, 150, 200, 250 and 300 Kg ha⁻¹) while the sub lots were K levels (0, 200, 400, 600, 800, 1.000 y 1.200 Kg of K₂O ha⁻¹). Urea and Potassium Chloride (60% K₂O) were the sources of N and K, respectively; and were applied at 2, 4 and 6 months after planting. The data showed that the best results were obtained with (in Kg ha⁻¹) 200 of N, 200 of K₂O and a combinations of 200 of N with 600 of K₂O; with yield range of 40 and 50 Ton ha⁻¹. Fruit weight equation was estimated as $Y = -3.1755 + 0.1079x - 0.000018732x^2$, with a maximum weight of 12.37 Kg raceme⁻¹ with a 300 Kg ha⁻¹ of N and 288 Kg ha⁻¹ of K. With respect to first hand finger weight, the equation was estimated as $Y = 8.95 + 3.578x - 0.0066927x^2$, using 300 Kg ha⁻¹ of N and 263 Kg ha⁻¹ of K, with a maximum weight of 462.7 g per finger.

Keys words: Fertilizing, racime, nitrogen, potassium.

INTRODUCCION

En el país se explotan unas 448.255 ha de plátano, cuya producción aproximada es de 2'657.000 Ton, que abastece principalmente el consumo nacional, el cual es del orden de 67 kg per cápita año (Rodríguez, 1998). En la Costa Atlántica hay distribuidas 73.493 ha, correspondiéndole al departamento de Córdoba 32.292 ha, (SADECOR, 2001), y en el municipio de San Juan de Urabá, existen aproximadamente 3.500 ha de cultivo, lo cual muestra la importancia del sistema de producción en la economía regional. Las cifras anteriores tienden a aumentar por el gran auge con que cuenta este cultivo y el alto consumo del producto debido a la calidad que presenta la fruta. En Colombia se han desarrollado investigaciones sobre la interacción NPK, en la zona cafetera y el departamento del Magdalena, una región ecológicamente diferente al Urabá Antioqueño.

En cuanto a la importancia de los elementos mayores Mengel and Kirkby (1982) expone que las plantas contienen cerca del 2 al 4% de nitrógeno con base en materia seca, siendo un elemento indispensable y

constituyente de numerosos compuestos orgánicos de gran importancia como son amino ácidos, proteínas, ácido nucleicos entre otros, y a medida que existan mayores contenidos de nitrógeno disponible en el suelo y pueda ser asimilado por las plantas, estas los pueden convertir en forma orgánicas. De igual forma el potasio es un elemento esencial en las funciones fisiológicas y bioquímicas de los cultivos. Este elemento es esencial para el mantenimiento de la turgencia celular y contribuye con el cierre y apertura estomatal. Además Peoples y Koch en (1972) citados por Mengel y Kirkby (1982) reportan que el potasio tiene un efecto claro sobre la velocidad de asimilación el CO₂, lo que influye directamente en la fotosíntesis.

Belalcazar *et al.* (1991) exponen que debe existir un adecuado balance entre la disponibilidad de los elementos en el suelo y la cantidad suministrada a través del proceso de fertilización, y éste es fundamental no solo para alcanzar rendimientos económicos, sino también para racionalizar el uso de los factores de producción.

En ensayos efectuados por Carro (1991) citado por Castillo *et al.* (1995), encontraron que la fertilización en plátano en la zona de Chinchiná se debe hacer utilizando dosis media - alta de potasio, 200 – 400 Kg ha⁻¹ de K₂O y dosis media de nitrógeno de 75 Kg ha⁻¹. Además considera que la interacción nitrógeno – potasio es muy importante en el cultivo del plátano, debido a que la mejor respuesta se consigue con la aplicación de nitrógeno y adecuados niveles de potasio, mediante la relaciones N:K, 1:1; 1:2 y 1:3.

Mientras que Belalcazar *et al.* (1996) no encontraron respuesta a la aplicación de fertilizantes nitrogenados (0 - 52 Kg ha⁻¹), fósforo (0 - 76 Kg ha⁻¹) y potasio (0 - 608 Kg ha⁻¹), en suelos del Quindío, siendo el testigo sin fertilizar el de mayor rendimiento. Encontrando respuestas bastantes inconsistente frente a las dosis y combinaciones en cuatro ciclos.

En cuanto a la producción de plátano en el municipio de San Juan de Urabá, la explotación se realiza con bajo nivel tecnológico, ocasionado por el desconocimiento de los productores de este cultivo sobre los requerimientos de nutrientes esenciales. Esto incide en una baja producción

reflejándose en unos ingresos muy ínfimos y como consecuencia la reducción del potencial nutricional del suelo por la absorción y extracción por parte del cultivo. Por lo anterior se evaluó el efecto de la interacción de N y K sobre variables agronómicas de rendimiento, peso del racimo (Kg), longitud (cm) y peso del dedo central de la primera mano (g) en el cultivo de plátano Hartón.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se llevo a cabo en el extremo noroccidental del departamento de Antioquia, en la parte baja del río San Juan. El suelo presentó una reacción moderadamente ácida, con contenidos de materia orgánica baja, Azufre deficiente y Fósforo bajo; desde el punto de vista de bases intercambiables, el Calcio se encontró alto al igual que el Magnesio, el Potasio con un contenido de moderado a bajo, y el Sodio un poco alto. Respecto a los elementos menores, el Cobre se encontró muy bajo, el Zinc y el Manganeso con contenidos deficientes; el Hierro con contenidos mediano o moderado, y el Boro deficiente (Tabla 1).

Tabla 1. Análisis de suelo del sitio en estudio

pH	M.O.	S	P	Ca	Mg	K	Na	CICE	Fe	Zn	Mn	Cu	B
1:1	%	ppm	ppm	Meq/100					ppm				
6.36	1.69	9.09	5.26	8	7	0.16	0.95	16.1	28.8	1.56	16.8	0.96	0.11

El experimento se condujo en un suelo completamente plano, utilizando parcelas que estuvieron constituidas por 12 unidades experimentales, sembradas a una distancia entre planta de 2.7 m en forma de tres bolillo. Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar, con estructura de parcelas divididas con 49 tratamientos, incluyendo un testigo sin fertilizar y tres repeticiones.

Los tratamientos que se utilizaron estuvieron constituidas por siete niveles de fertilización potásica, que correspondieron a la sub parcela (0, 200, 400, 600, 800, 1.000 y 1.200 Kg ha⁻¹ de K₂O), y los 7 niveles de nitrógeno que correspondieron a la parcela principal (0, 50, 100, 150, 200, 250, 300 Kg ha⁻¹, de nitrógeno, aplicados en forma fraccionada a los 2, 4 y 6 meses de establecido el cultivo.

Las variables que se tomaron al momento de cosechar los racimos, fueron: número dedos racimo⁻¹, peso del racimo, longitud, peso y diámetro del dedo central de la primera mano.

Para cada variable en estudio, se le hizo un análisis de varianza y en algunos, un análisis de regresión, mediante polinomios ortogonales, se corroboraron principalmente las interacciones antes que los efectos individuales.

RESULTADOS Y DISCUSION

Peso del racimo

Mediante el análisis de varianza (Tabla 2),

se observaron diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos. La prueba de comparación de medias indicó que el mejor tratamiento fue cuando se aplicaron 200 Kg ha⁻¹ de N y 200 kg ha⁻¹ de K₂O, con un peso promedio de 15.68 Kg por racimo; seguido por los tratamientos con 300 Kg ha⁻¹ de N, 1.200 kg ha⁻¹ de K₂O, con un peso de 15.41 Kg por racimo y 200 Kg ha⁻¹ de N y 600 Kg ha⁻¹ de K₂O, con 15 Kg por racimo. El tratamiento que presentó menor peso fue el testigo sin fertilizar, donde se obtiene un peso promedio de 7.33 Kg racimo⁻¹ y el tratamiento 3 (0 Kg ha⁻¹ N + 400 Kg ha⁻¹ K₂O) con un peso de 9.0 Kg racimo⁻¹.

Tabla 2. Cuadrados medios del análisis de varianza de las variables agronómicas de la interacción de N*K en el cultivo de plátano.

Fuente de variación	G.L	Peso del racimo	Longitud del dedo central primera mano	Peso del dedo central primera mano
N	6	25,6328	6,0274 ns	14872,9**
K	6	25,4408	6,7575**	11238,1**
N/K	26	4,583	2,7251**	3813,85 ns
ERROR	84	1,1782	1,734	2707,68
C.V		9,08	5,14	13,81

Testigo (sin fertilizar), registrándose de 7.33 Kg por racimo, y el 0 N (sin nitrógeno), con 400 Kg Ha⁻¹ K₂O, un peso de 9.00 kg por racimo.

En la Figura 1 se aprecia que cuando se suministra al suelo dosis de 300 Kg de N y dosis mayores de 400 Kg de K se presenta un incremento en el peso del racimo superior a los demás, siendo esto explicado desde el punto de vista de la respuesta a la fertilización nitrogenada y potásica de este cultivo, ya que a medida que existan cantidades de nutrientes adecuadas y balanceadas, el cultivo tendría la posibilidad de tener mejores rendimientos, lo cual concuerda con Belálcazar, *et al.* (1991), quienes exponen que el nitrógeno interviene y participa en la composición de la clorofila, aminoácidos, ácidos y proteínas y regula la

absorción del Potasio y Fósforo, y de igual forma el potasio permite que se catalicen procesos como respiración, fotosíntesis, transporte, acumulación de azúcares, llenado y peso del racimo.

La respuesta del cultivo no es uniforme en todos los suelos indicando que depende del contenido inicial de nutrientes en el suelo. Por lo cual no es conveniente recomendar una dosis general de nutrientes para obtener rendimientos altos en plátano. Se puede recomendar aplicación de nutrientes de forma más eficiente y económica utilizando el análisis de suelo.

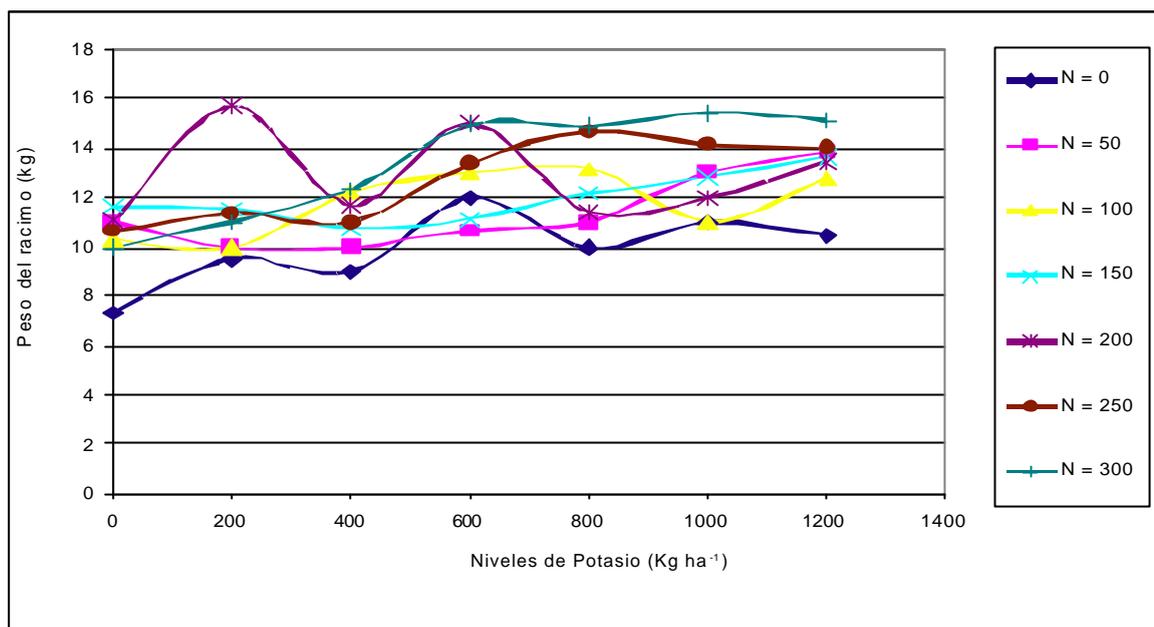


Figura 1. Interacción de N/K para el peso del racimo

En la interacción de N/K, la ecuación estimada es $Y = -3.1755 + 0.1079x - 0.000018732x^2$, encontrándose que el máximo peso neto estimado es de 12.37 kg racimo⁻¹, utilizando dosis de 300 Kg ha⁻¹ de N y 288 Kg ha⁻¹ de K (Figura 2), lo que esta de acuerdo a lo encontrado por Carro (1991) citado por Castillo *et al.* (1994), quien encontró respuesta del K a dosis que oscilan entre 200 - 400 Kg ha⁻¹ y dosis media de N.

De igual forma Belalcazar *et al.* (1991) exponen que debe existir un adecuado balance entre la disponibilidad de los elementos en el suelo y la cantidad suministrada a través del proceso de fertilización, y éste es fundamental no solo para alcanzar rendimientos económicos, sino también para racionalizar el uso de los factores de producción.

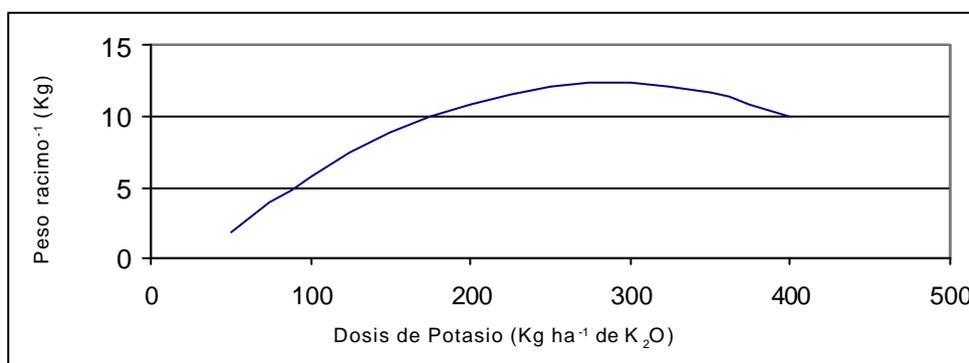


Figura 2. Respuesta del cultivo del plátano a la dosis de 300 Kg de N con diferentes dosis de potasio en el peso neto de la fruta.

Longitud del dedo central de la primera mano

En el análisis estadístico efectuado no se observaron diferencias estadísticas significativas, entre los tratamientos evaluado mientras que la interacción de N/K, mostró diferencias altamente significativas (Tabla 2) para la interacción de N/K. La Figura 3 muestra que los mejores tratamientos fueron las dosis de 300 Kg ha⁻¹ de N, 1.200 Kg ha⁻¹ de K₂O, con una longitud del dedo de 29.6 cm, seguida del tratamiento 300 Kg ha⁻¹ de N y 800 Kg ha⁻¹ de K₂O, con 28 cm de longitud. El tratamiento de menor longitud fue el de 150 Kg ha⁻¹ de N, con 0 Kg ha⁻¹ de K₂O, con 23.3 cm de longitud. Los resultados obtenidos están por debajo de lo reportado Belálcazar citado (1991), con 33.1 cm de longitud del dedo central. Como vemos, el

crecimiento y la producción de la fruta requiere altas cantidades de nutrientes minerales, que a menudo son suministrados en forma parcial. Este aumento de crecimiento se logra suministrando cantidades de nutrientes al suelo en cantidades suficientes que permita una continua absorción y obtener una producción con rendimientos altos. Lo que concuerda con lo expuesto por Lahar y Turner, (1989) citados por Belálcazar *et al.* (1996), quienes exponen que el nitrógeno tiene un efecto marcado sobre el crecimiento de los dedos de la mano de la planta de banano, y demostraron la relación entre la absorción de nitrógeno y la producción de materia seca, lo que se logra suministrando cantidades de nutrientes al suelo para permitir una continua producción con rendimientos altos.

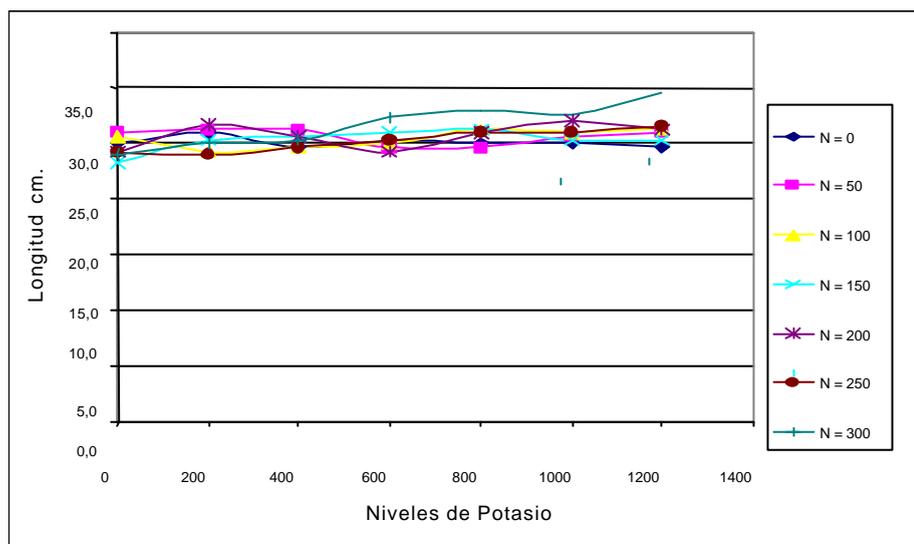


Figura 3. Efecto de la interacción de N/K sobre la longitud del dedo central de la primera mano.

Peso del dedo central de la primera mano.

El análisis estadístico mostró que no hubo diferencias estadísticas significativas para la interacción N/K, mientras que para las dosis de N/K, hubo diferencias significativas altamente (Tabla 2). El mayor peso del dedo se obtuvo con la dosis 300 Kg ha⁻¹ de N, con 1.000 Kg ha⁻¹ de K₂O, con 477 g dedo⁻¹ de la

primera mano. El menor peso del dedo central se obtuvo en el testigo sin fertilizar con un peso 298 g racimo⁻¹. Lo que demuestra el beneficio de la fertilización nitrogenada y potásica en la formación de compuestos orgánicos y economía del agua con respecto al testigo sin fertilizar, lo que concuerda con lo reportado por Mendel *et al.* (1982) y con Guerrero (1991), quien afirma que el potasio

controla el movimiento de los estomas y al activar su cierre, limita la transpiración, generando en la planta resistencia a la sequía lo que favorece el control enzimático, la síntesis de los compuestos polimerizados como las proteínas y carbohidratos, y además controla la traslocación y acumulación de azúcar.

En la interacción de N/K, la ecuación

estimada es de es: $Y = 8.95 + 3.578x - 0.0066927x^2$, utilizando dosis constante de N = 300 Kg ha⁻¹ y 263 Kg ha⁻¹ de K, y se obtuvo el máximo peso estimado del dedo central de la primera mano de 462.7 g dedo⁻¹, (Figura 4). Resultados muy similares reporto, Espinosa *et al.* (1998), quien afirma que el nivel crítico de plátano en altas densidades es de 0.29 meq 100 g de suelo¹.

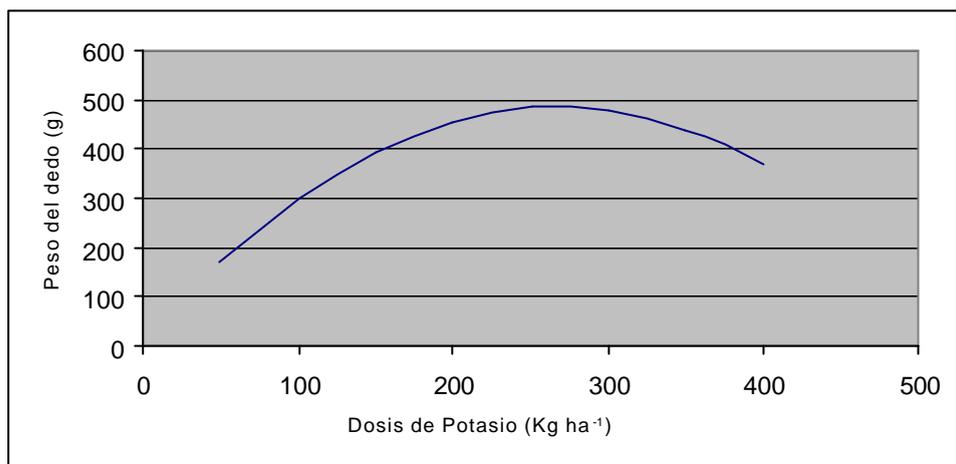


Figura 4. Respuesta del plátano a la dosis de 300 Kg. N/ha, con diferentes dosis de K₂O en el peso del dedo central de la primera mano, estimada estadísticamente.

Análisis económico

Para realizar el análisis económicos de los rendimientos obtenidos, se tomó los costos de producción para cada uno de los tratamientos; como también los beneficios netos. Esto se logró trabajando con la ley de los presupuestos parciales para ordenar el beneficio neto de cada tratamiento. Este proceso se realizó según análisis comparativo entre dos fuentes de fertilizantes nitrogenado y potásico, aplicando sus respectivas dosis ha⁻¹, y con base en esto, se encontró que los tratamientos de mejor comportamiento económico en el municipio en San Juan de Urabá, a un precio de \$80 unidad fueron los siguientes tratamientos:

- 200 kg ha⁻¹ de N con 200 kg ha⁻¹ de K₂O, con un beneficio neto de \$2'128.800, utilizando un costo de fertilizantes de \$261.000.
- 100 kg ha⁻¹ de N con 600 kg ha⁻¹ de K₂O, con una rentabilidad de \$2'014.900, utilizando un costo de fertilizantes de \$426.500.
- 250 kg ha⁻¹ de N con 400 kg ha⁻¹ de K₂O, con un beneficio neto de \$2'015.000, utilizando un costo de fertilizantes de \$426.000.

CONCLUSIONES

- Con respecto a los componentes de rendimiento y calidad, la mejor interacción se mostró al aplicar 200 kg ha⁻¹ de N + 200 kg ha⁻¹ K₂O, en las variables peso del racimo longitud del dedo central.
- De acuerdo con las ecuaciones estimadas estadísticamente, con una dosis de nitrógeno de 300 Kg ha⁻¹ de N y las dosis de potasio

comprendida entre 250 y 300 Kg ha⁻¹ de K₂O el peso estimado del dedo central está alrededor de los 462 g para la primera mano.

- Económicamente las dosis óptimas encontradas fueron los tratamientos de 200 Kg ha⁻¹ de N, 200 Kg ha⁻¹ de K₂O y 100 Kg ha⁻¹ de N con 600 Kg ha⁻¹ de K₂O donde obtuvieron un beneficio neto de \$2'128.800 y \$2'014.900, respectivamente.

BIBLIOGRAFIA

- Belálcazar, S. 1991. El cultivo del plátano (*Musa* AAB Simmonds) en el Trópico. Manuel de asistencia Técnica. N°. 50. ICA, Bogotá. p.27, 35, 36, 228, 230, 235, 238.
- Belalcazar, S.; Salazar, C.; Cayon, G.; Lozada, J.; Castillo, L. y Valencia, J. 1991. Manejo de plantaciones. En: Belalcazar, S. (Ed). El Cultivo del Plátano en el Trópico. p.147-239.
- Belalcazar, S.; Valencia, J.; Marroquín, J.M.; Arcila, M. 1996. Efecto de la residualidad de N, K, P en el crecimiento, desarrollo del clon de plátano Dominico-Harton. En: Tecnología del Eje Cafetero para la Siembra y Explotación Rentable del Cultivo del Plátano. (Ed). Armenia. p.72
- Belalcazar, S.; Espinosa, J.; Valencia, J.; Arcilla, M.; Cayon, G. 1996. Tecnología del eje cafetero para la siembra y explotación rentable del cultivo del plátano. 3 informe técnico. Armenia. p.131.
- Castillo, L.; Belalcazar, S.; Valencia, J.; Marroquín, J.; Arcila, M.; Espinosa, J.M.; Gonzales, A. 1994. Evaluación de los niveles de N, P, K sobre el crecimiento y la producción del clon de plátano Dominico-Harton, *Musa* AAB Simmonds. En: mejoramiento de la producción del cultivo de plátano. Quindío. p.142-150.
- Espinosa, J.; Belalcazar, S.; Chacón, A. y Suárez D. 1998. Fertilización del plátano en densidades altas. En: memorias del Seminario Internacional sobre el Cultivo de Plátano. Armenia. p.79.
- Guerrero, R. 1991. Fertilización de cultivos de clima cálido. Monomeros Colombo - Venezolano S.A. Baranquilla. p.276.
- Mengel, K. y Kirkby, E. 1982. Principles of plant nutrition. International Potash institute. London. p.238.
- Rodríguez, S. 1998. Aspectos socioeconómicos del cultivo del plátano en Colombia. Corpoica. p.24
- SADECOR, 2001. Secretaría de desarrollo económico y agropecuario del departamento de Córdoba. Anuario estadístico. Montería. p.60