

RESPUESTA DEL BANANO (Clon «Gran Enano») A LA FERTIRRIGACIÓN CON DIFERENTES FUENTES POTÁSICAS EN CIÉNAGA (MAGDALENA).

Banana response to different potassium sources in fertirrigation at Ciénaga, Magdalena.

Ricardo Guerrero Riascos¹, Jorge Gadbán Reyes² y Juan Ospina Aguirre³

RESUMEN

En un sistema de fertirrigación (por goteo) se efectuó un experimento para evaluar la eficiencia agronómica y económica de dos fertilizantes potásicos (KNO_3 y K_2SO_4) y su mezcla en el cultivo del banano (Clon «Gran Enano», 3^{er}. cepa).

En comparación con el K_2SO_4 , la fertirrigación con KNO_3 consiguió incrementar en 4,6 kg el peso promedio por racimo ($P < 0,01$), produjo cerca de una mano más por racimo ($P < 0,01$) y dos dedos adicionales por mano ($P < 0,01$), incrementando también la longitud del dedo central. La mezcla en partes iguales de KNO_3 y K_2SO_4 resultó, para algunas variables, en efectos análogos, pero de magnitud cuántica y estadística inferior. El KNO_3 , en comparación con el K_2SO_4 , incrementó el rendimiento en cajas/racimo de 1,7 a 1,9 (319 cajas/Ha) y su relación Beneficio/Costo (B/C) fue de 10/1.

Palabras claves: Fertirrigación, eficiencia, racimo, proporción de rendimiento

SUMMARY

This experiment was conducted to examine the agronomic and economic impact of different sources of potassium (K_2SO_4 , KNO_3 and [K_2SO_4 (50%) + KNO_3 (50%)]) in a drip irrigation system in a banana farm planted with the «Gran Enano clone (3rd harvest), in Ciénaga, Colombia.

In comparison with potassium sulfate, potassium nitrate increased the average weight of banana bunches in 4,6 kg ($P < 0,01$). Potassium nitrate also produced nearly one hand more per bunch ($P < 0,01$) and two fingers more per hand ($P < 0,01$). In addition, fingers were larger with KNO_3 than with K_2SO_4 . The combination of K_2SO_4 and KNO_3 produced similar effects for some response variables, but with lower statistical confidence. Potassium nitrate increased the yield ratio in boxes/bunch from 1,7 to 1,9 (319 boxes/Ha), and its benefit/cost was 10/1.

Key words: Fertirrigation, efficiency, bunch, «ratio»

INTRODUCCION

Al banano se le conoce como una especie ávida de potasio, lo cual debe tomarse en cuenta en la selección de suelo para cultivo y en el programa de fertilización. Además, el cultivo absorbe grandes cantidades de potasio en un tiempo relativamente corto debido a su crecimiento rápido y frondoso, así como al papel trascendente que juega en su

¹ Profesor Asociado, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

² Profesor Asociado, Universidad Tecnológica del Magdalena, Santa Marta

³ Profesor Asistente, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

metabolismo, transporte y traslocación de los productos asimilados, en el balance del agua y en la calidad de los frutos (Lahav, y Turner, 1992).

Por lo anterior, el potasio es considerado como el elemento más importante en la nutrición del banano, ya que, además, es requerido en mayores cantidades. Los datos experimentales de la United Fruit Company, citados por Rosero (1993), señalan que para una producción de 4.000 cajas/Ha/año, la exportación de potasio (K) en la fruta es de 518 Kg. Por esta razón, el banano requiere de una fertilización potásica suficiente, aún en el caso de que los niveles de K en el suelo sean adecuados (Lopez y Espinosa, 1995).

Aunque von Uexkull (1985) afirma que en suelos de baja fertilidad se necesitan aplicaciones de 2.000 kg/ha/año para obtener altos rendimientos, un buen número de investigadores ha llegado a conclusiones diversas en lo que respecta a las dosificaciones de potasio más apropiadas. Así, Rosero (1993) explica que en las zonas bananeras de Colombia la dosis de aplicación de K_2O oscila entre 400 y 1.000 kg/Ha/año, utilizando como fuente el KCl. En la revisión realizada por Lopez y Espinosa (1995) se destaca que los resultados experimentales más sobresalientes en la zona bananera de Costa Rica se obtuvieron con dosificaciones de K_2O comprendidas entre 600 y 800 Kg/Ha/año, distribuidas en 8 aplicaciones, y utilizaron al KCl como fuente.

La comparación de fuentes potásicas ha sido evaluada por López, citado por López y Espinosa (1995), sin que se hubiese detectado diferencia estadística entre KCl y K_2SO_4 . De otra parte, no se encontró en la literatura información sobre resultados experimentales obtenidos con fertirrigación en el cultivo del banano.

El presente trabajo tuvo como objetivo la evaluación de la eficiencia técnica y económica de dos fuentes fertilizantes potásicas para el cultivo del banano en un sistema de fertirrigación por goteo.

MATERIALES Y METODOS

Localización

El experimento se realizó en la finca «La Despensa» ubicada en el municipio de Ciénaga (Magdalena), al nivel del mar, con un promedio de 700 mm de precipitación pluvial anual y una temperatura media de 28 a 29 °C.

Suelo Experimental

El suelo experimental es de textura intermedia entre arenosa y arcillo-arenosa. Previo a la iniciación del ensayo se efectuó un muestreo en cada una de las 12 unidades experimentales. El análisis químico se realizó en el laboratorio de ICA - Barranquilla y sus resultados se presentan a continuación :

Característica	Rango
pH (agua 1: 1)	7,0 - 7,4
Materia orgánica (%)	0,7 -2,0
P - aprovechable (Bray - 2) (ppm)	99,0 - 363,0
Ca- cambiabile (me/100 g)	6,8 - 66,0
Mg- cambiabile (me/100g)	2,6 - 24,0
K- cambiabile (me/100g)	0,3 -1,6
Na- cambiabile (me/100g)	0,5 - 0,7
C.E. es(mmhos/cm)	0,4 - 1,5
Textura	A - ArA

Como se observa, salvo el pH y el sodio, las diferentes características de fertilidad muestran amplias variaciones entre las diferentes unidades experimentales.

Cultivo

Se trabajó en una plantación de banano, clon «Gran Enano» (3a. cepa), altamente tecnificada y desarrollada a partir de meristemas. El cultivo contaba con una población de 1.750 plantas/Ha.

Diseño Experimental

Utilizando el sistema de fertirrigación (por goteo) de la finca se manejaron tres tratamientos fertilizantes, cada uno con válvula diferente del sistema de riego, así :

1/ Sulfato de potasio (K_2SO_4) (600 kg de K_2O /Ha/año) : 1,41 Ha.

2/ Nitrato de potasio (KNO_3) (600 kg de K_2O /Ha/año) : 2,43 Ha.

3/ K_2SO_4 (50%) + KNO_3 (50%) (600 kg de K_2O /Ha/año) : 2,88 Ha.

En las áreas correspondientes a cada tratamiento se organizó un diseño de bloques completos al azar, con 4 repeticiones y 40 plantas por unidad experimental (parcelas de 15x15 m).

Durante el ciclo de cultivo en que se efectuó el experimento se aplicó también en el sistema de fertirrigación la fertilización nitrogenada utilizada en la finca, a razón de 420 kg de N/Ha/año (2.000 kg de sulfato de amonio/Ha/año). Las dosificaciones de potasio y nitrógeno se distribuyeron diariamente en el sistema. Como es obvio, en los tratamientos que llevaban el KNO_3 (2 y 3) se restó el respectivo aporte de N de la dosificación de N con sulfato de amonio.

En el sistema de fertirrigación se agregaron cada dos meses borax a 3,07 kg/Ha y quelato de zinc a 1,22 kg/Ha. Además se aplicó abono orgánico a 3TM/Ha/año.

VARIABLES DE RESPUESTA

Las variables de respuesta analizadas fueron las que se enumeran a continuación :

a/ Peso promedio por racimo (kg) (**WRAC**).

b/ Número promedio de manos por racimo (**MxR**).

c/ Número promedio de dedos por mano (2a. mano basal)(**DMB**).

d/ Calibre del dedo central (2a. mano basal) (°) (**CDB**).

e/ Longitud del dedo central (2a. mano basal) (pulgadas) (**LDB**).

f/ Tiempo a corte (semanas) (**TAC**).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó el análisis de varianza y la comparación de promedios mediante contrastes ortogonales. Además se efectuó el análisis de correlación lineal.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se presentan los resultados de los análisis estadísticos obtenidos para las variables de respuesta en estudio. El Cuadro 2 muestra los resultados promedios del experimento.

Peso promedio por racimo (WRAC)

Para esta variable, el efecto promedio de los tratamientos fué significativo ($P < 0,01$). Fueron también estadísticamente confiables

Cuadro 1. Cuadrados medios y significancia estadística para las variables de respuesta estudiadas.

Variable de respuesta	Fuentes de Variación		
	Tratamientos	KNO_3 Vs K_2SO_4	KNO_3 Vs $KNO_3 + K_2SO_4$
Peso/racimo	21,40 **	33,60 **	9,10 **
Manos/ racimo	0,57 **	1,02 **	0,12 ns
Dedos/ mano (2ª basal)	5,8 **	11,60 **	0,05 ns
Calibre dedo central (2ª basal)	0,29	0,46 ns	0,11 ns
Longitud dedo central (2ª basal)	0,34 **	0,49 **	0,19 **
Tiempo a corte	0,10 **	0,04 **	0,16 **

ns : No Significativo

* : Significativo al 95%

** : Significativo al 99%

Cuadro 2. Resultados promedios obtenidos por las diferentes variables de respuesta.

Variable de respuesta	Tratamientos		
	K ₂ SO ₄	KNO ₃	KNO ₃ + K ₂ SO ₄
Peso/ racimo (Kg.)	42,43	47,06	44,91
Manos/ racimo	10,30	11,05	10,80
Dedos/ mano (2ª basal)	21,05	23,22	23,06
Calibre dedo central (2ª basal)(°)	46,35	46,89	46,65
Longitud dedo central (2ª basal)(Pulg.)	9,31	9,90	9,58
Tiempo a corte	12,01	12,00	12,28

(P<0,01) las diferencias en peso promedio por racimo entre K₂SO₄ (42,4 kg) y KNO₃ (47,0 kg), al igual que entre KNO₃ (47,0 kg/racimo) y la mezcla de las dos fuentes (44,9 kg/racimo). La utilización de KNO₃ en el sistema de fertirrigación permitió obtener racimos con 4,6 kg y 2,1 kg adicionales de peso que los cosechados cuando se usó K₂SO₄, y la mezcla, respectivamente.

Número de manos por racimo (MxR)

Con esta variable, el efecto promedio de los tratamientos tuvo mayor validez estadística para la comparación KNO₃ vs K₂SO₄ (P<0,01), que al comparar KNO₃ vs mezcla (P>0,05). En comparación con el

K₂SO₄, el nitrato de potasio resultó en 0,7 manos adicionales por racimo, pero no superó a la mezcla, lo cual obviamente implica que ésta también llevó a mejores resultados que el K₂SO₄ sólo.

Número de dedos por mano (DMB)

Para esta variable de respuesta, la diferencia entre KNO₃ y K₂SO₄ fue altamente significativa (P<0,01). El nitrato de potasio resultó, en promedio, en dos dedos adicionales por mano. Sin embargo, no hubo diferencia confiable entre el KNO₃ y la mezcla de los dos fertilizantes, lo cual implica que ésta generó efectos análogos a los obtenidos con el nitrato potásico.

Cuadro 3. Coeficientes de correlación lineal entre el contenido foliar de nutrientes y las variables de respuesta.

Contenidos foliares	Variables de respuesta				
	WRAC	M x R	DMB	CDB	LDB
% N	- 0,36 ^{ns}	- 0,15 ^{ns}	0,13 ^{ns}	- 0,53 ^{**}	- 0,51 ^{**}
% K	0,42 [*]	0,51 ^{**}	0,21 ^{ns}	0,63 ^{**}	0,10 ^{ns}
% Mg	0,37 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,50 ^{**}	0,25 ^{ns}	0,32 ^{ns}
% Zn	- 0,41 [*]	- 0,45 [*]	- 0,56 ^{**}	- 0,36 ^{ns}	0,36 ^{ns}
% Cu	- 0,38 ^{ns}	- 0,25 ^{ns}	- 0,60 ^{**}	- 0,35 ^{ns}	- 0,39 [*]

ns : no significativo

* : Significativo al 95%

** : Significativo al 99%

Longitud del dedo central (LDB)

A la luz de los resultados obtenidos en el promedio de esta variable, (Cuadros 1 y 2), el nitrato potásico superó tanto al sulfato de potasio (en 0,6 pulgadas), como a la mezcla de los dos fertilizantes (en 0,3 pulgadas), siendo estas diferencias estadísticamente confiables ($P < 0,01$).

Otras variables

Los tratamientos no afectaron significativamente la variable calibre del dedo central ($P > 0,05$), y el efecto sobre tiempo a corte, en términos del número de semanas requeridas para cosecha, confiabilidad estadística ($P < 0,01$), pero sin significado práctico.

Para identificar las variables de respuesta que generaron mayor incremento en la productividad, se efectuaron pruebas de correlación lineal entre peso promedio por racimo (kg/racimo) (WRAC) y el resto de variables. Los resultados significantes obtenidos fueron: con MxR ($r = 0,92^{**}$), con DMB ($r = 0,81^{**}$), con LDB ($r = 0,88^{**}$) y con CDB ($r = 0,65^{**}$), lo cual implica que la variable que tuvo una mayor participación sobre el incremento en productividad obtenido por la fertirrigación con KNO_3 , fué el número de manos por racimo.

Niveles nutricionales foliares vs variables de respuesta

En el Cuadro 3 se presentan los resultados obtenidos por el análisis de correlación lineal entre algunos contenidos foliares de nutrientes y las variables de respuesta. Es evidente que el contenido foliar de potasio mostró los efectos positivos más destacados sobre algunas de las variables, en particular para WRAC ($r = 0,42^*$), MxR ($r = 0,51^{**}$) y CDB ($r = 0,63^{**}$). Estas resultantes, aunque de escasa connotación estadística, sugieren que el nitrato de potasio, utilizado sólo o en mezcla con K_2SO_4 en el sistema de fertirrigación, tendió a producir una mejor asimilación de K por el banano,

bajo las condiciones del experimento, explicando así sus efectos positivos y significantes en la productividad.

La mayor eficacia del nitrato de potasio para suministrar K al banano podría explicarse por el efecto favorable del anión NO_3^- sobre su asimilación por el cultivo, cuando funciona como anión acompañante en la fertilización potásica (Mengel, 1985). De otra parte, en determinados estados fisiológicos, el NO_3^- puede ser asimilado con mayor eficacia que el catión NH_4^+ (Hageman, 1984).

En el experimento que nos ocupa, cuando se utilizó K_2SO_4 como fertilizante potásico, la totalidad de la dosis de N llevó como portador el NH_4^+ del sulfato de amonio, en tanto que cuando se utilizó KNO_3 (100% de la dosis de K) un 42% de la dosis de N se aplicó como NO_3^- y el 58% restante como NH_4^+ . De igual manera, cuando un 50% de la dosis de K se aplicó como KNO_3 , solamente un 21% de la dosificación de nitrógeno llevó al portador NO_3^- . En relación con lo anterior, Dobb y Thompson (1985) sostienen que, bajo ciertas condiciones, el NH_4^+ puede influir negativamente sobre la asimilación del potasio por la planta.

Al igual que el K, el contenido foliar de Mg resultó en una correlación lineal positiva con el número de dedos por mano (DMB) ($r = 0,50^{**}$). En cambio, las correlaciones obtenidas con el contenido foliar de N fueron negativas y algunas altamente significativas, como con el calibre de los dedos (CDB) ($r = -0,53^{**}$) y su longitud (LDB) ($r = -0,51^{**}$), lo cual podría sugerir, eventualmente, dosificaciones excesivas de N, bajo las condiciones del experimento, o una inadecuada relación en la fertilización N: K (Lahav y Turner (1992). Otro tanto podrían explicar las correlaciones negativas obtenidas para el contenido foliar de Zn con WRAC ($r = -0,41^*$), MxR ($r = -0,45^*$) y DMB ($r = -0,56^{**}$).

Análisis económico

Los resultados promedios obtenidos en peso/racimo, y teniendo en cuenta la población de 1.750 plantas/Ha, se resumen en las siguientes cifras :

K_2SO_4 : 42,43 kg/racimo = 74.025 kg/Ha = 2.975 cajas/Ha = 1,7 cajas/racimo

KNO_3 : 47,06 kg/racimo = 82.355 kg/Ha = 3.294 cajas/Ha = 1,9 cajas/racimo

KNO_3 +

K_2SO_4 : 44,91kg/racimo = 78.592 kg/ha = 3.143 cajas/Ha = 1,8 cajas/racimo

En consecuencia, cuando se utilizó KNO_3 como fertilizante potásico se obtuvieron, en promedio, 319 cajas adicionales de banano por hectárea, y con la mezcla (K_2SO_4 + KNO_3) 151 cajas adicionales por hectárea

en comparación con el uso de K_2SO_4 . El número de cajas/racimo («Ratio») fué de 1,9 (KNO_3), 1,7 (K_2SO_4) y 1,8 (mezcla) (Figura 1).

Teniendo en cuenta el precio por caja de exportación en la época que se cosechó el experimento (US\$ 4), y la diferencia en precio entre las fuentes fertilizantes, las relaciones beneficio/costo (B/C) obtenidas, en comparación con el K_2SO_4 , fueron las siguientes: para el KNO_3 : 10,5/1 y para la mezcla : 10,3/1. Estas cifras suponen que el uso del nitrato de potasio, sólo o en mezcla , permitió obtener más de US\$ 10 por cada US \$ 1 adicional invertido.

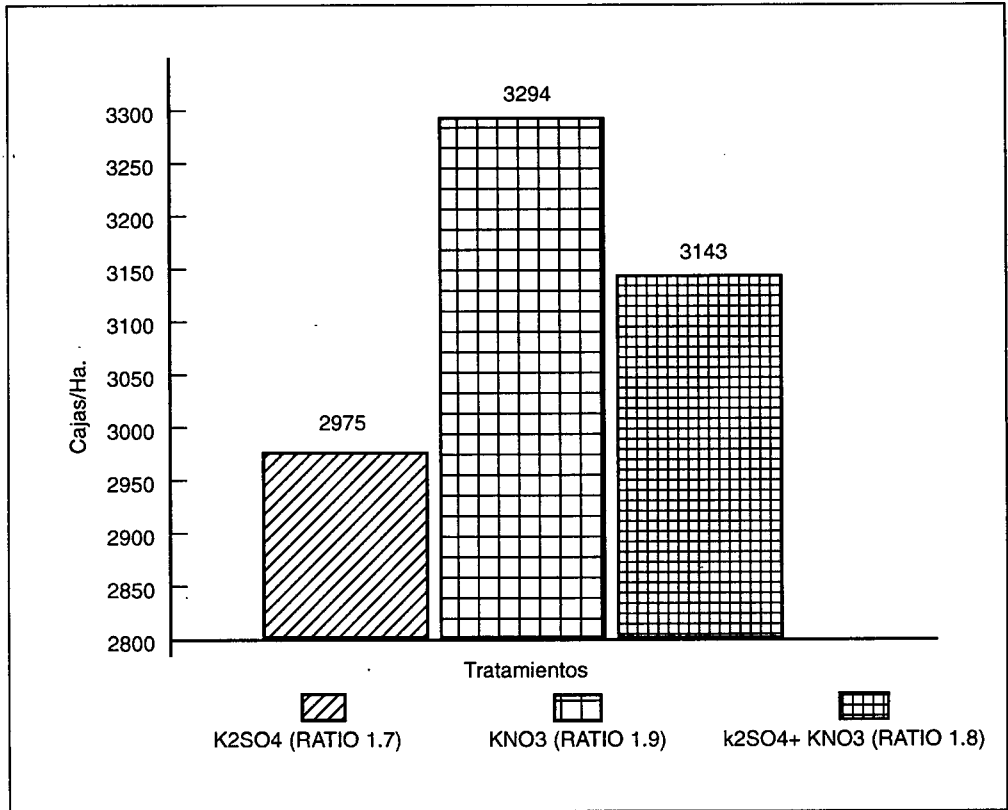


Figura 1. Efecto de la fuente potásica sobre rendimiento (cajas/ha) y el «ratio» (cajas/racimo) en el banano (clon «Gran Enano»)

Figura 1. Efecto de la fuente potásica sobre rendimiento (cajas/ha) y el «ratio» (cajas/racimo) en el banano (clon «Gran Enano»)

CONCLUSIONES

El nitrato de potasio utilizado en el sistema de fertirrigación generó, bajo las condiciones del experimento, una mayor eficiencia en la asimilación de potasio por el banano y permitió obtener racimos con 5 kg adicionales de peso ($P < 0,01$), cerca de una mano adicional por racimo ($P < 0,01$) dos dedos adicionales por mano ($P < 0,01$), y mayor longitud en los mismos ($P < 0,01$) en comparación con el sulfato de potasio. Para algunas de las variables de respuesta, diferentes al peso por racimo, la mezcla KNO_3 y K_2SO_4 consiguió resultados análogos.

En términos económicos, la fertirrigación con KNO_3 alcanzó 319 cajas adicionales de fruta para exportación por hectárea, en comparación con la fertirrigación que utilizó K_2SO_4 . Con la mezcla de las dos fuentes fertilizantes, la diferencia a favor fué de 151 cajas. Las cifras de beneficio/costo obtenidas con el nitrato de potasio sólo o en la mezcla fueron similares y alcanzaron valores favorables superiores a 10/1.

BIBLIOGRAFIA

- DIBB, D. W. y THOMPSON, W. R. 1985.** Interaction of potassium with other nutrients. pp. 515-533, *In*: Munson, R.D. ed. Potassium in agriculture. ASA- CSSA- SSSA. Madison, Wis.
- HAGEMAN, H. R. 1984.** Ammonium versus nitrate nutrition of higher plants. pp: 67-85, *In*: Hauck, R.D., ed. Nitrogen in crop production. ASA- CSSA- SSSA. Madison, Wis.
- LAHAV, E. y TURNER, D. W. 1992.** Fertilización del banano para rendimientos altos.. INPOFOS. Quito.
- LOPEZ, M. A. y ESPINOSA, M. J. 1995.** Manual de nutrición y fertilización del banano. INPOFOS. Quito.
- MENGEL, K. 1985.** Potassium movement within plants and its importance in assimilate transport. pp: 397-411, *In*: Munson, R.D. ed. Potassium in agriculture. ASA-CSSA-SSSA. Madison, Wis.
- ROSETO, R. A. 1993.** Banano. pp: 270-29, *In*: Guerrero, R.R. ed. Fertilización de cultivos en clima cálido. 2a. ed. Monómeros Colombo Venezolanos, S.A.(EMA). Barranquilla.
- VON UEXKULL, H. R. 1985.** Potassium nutrition of some tropical plantation crops, pp 929 - 954. *In*: Munson, R.D., ed. Potassium in agriculture. ASA-CSSA-SSSA. Madison, Wis.