

Fertilización y residualidad de nutrimentos, en el cultivo de plátano (*Musa AAB*) en un andisol del Quindío Colombia

Fertilization and residuality of nutriment, in the plantain culture (*Musa AAB*) in a andisol of Quindio Colombia

M. M. Bolaños, H. Morales, L. D. Celis

RESUMEN

Se evaluó la respuesta del clon de plátano Dominico-Hartón (*Musa AAB* Simmonds) a: 1) La fertilización con macronutrimentos y 2) La residualidad de los fertilizantes químicos (úrea, DAP y KCl) aplicados desde 1988 hasta 1992; mediante dos experimentos de campo realizados entre 1998 y 1999. Bajo las condiciones experimentales, no se observaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, en las variables de crecimiento, desarrollo y producción evaluadas indicando que el cultivo no mostró respuesta a la fertilización química (K – N – P) y que no hubo efecto residual de estos macronutrimentos. Según las relaciones catiónicas del suelo y los contenidos de potasio edáfico elevados se presenta desbalance nutricional. Estos resultados permiten resaltar que además de los factores químicos, en la productividad también interviene el componente biorgánico del suelo y particularmente la incidencia de plagas como picudo negro (*Cosmopolites sordidus* Germar) y nemátodos (*Radopholus*, *Helicotylenchus*, *Meloidogyne* y *Pratylenchus*) que causan lesiones severas al sistema radical de la planta de plátano, evitando la absorción de nutrimentos.

INTRODUCCIÓN

La fertilización del cultivo de plátano en el departamento del Quindío y en la zona central cafetera de Colombia, hasta la década de los 90, se realizó mediante aplicación de algunos elementos mayores como potasio (K), nitrógeno (N) y fósforo (P), sin embargo los resultados de investiga-

ciones realizadas por Belalcázar *et al*, 1996 y Castillo, 1995, indican que en suelos de mediana fertilidad, el cultivo de plátano no responde a la fertilización con K, N y P y que la fertilización química aplicada en ciclos anteriores de cultivo, no tienen efecto residual sobre los nuevos ciclos de producción.

Para obtener respuesta a la fertilización aplicada es necesario que la planta esté en capacidad de absorber todos los nutrimentos esenciales, los cuales no fueron suministrados en los estudios citados, ocasionando problemas en la disponibilidad de macronutrimentos como magnesio por el exceso en la aplicación de potasio.

Estos resultados permiten corroborar que en la disponibilidad y absorción de nutrimentos por las plantas, además de los factores químicos intervienen las propiedades físicas del suelo, consideradas por Bayer, 1972, como la clave de la productividad.

Otro factor importante para garantizar la absorción de agua y nutrimentos es la sanidad del sistema radical de la planta de plátano y quizá, es esta condición la que se ha descuidado ya que en muchos cultivos comerciales e incluso en algunos experimentos de plátano se han encontrado poblaciones elevadas de organismos indeseables como picudo negro (*Cosmopolites sordidus* Germar) y los siguientes géneros de nemátodos: *Radopholus*, *Helicotylenchus*, *Meloidogyne* y *Pratylenchus*, (Bolaños *et al*, 2000). Estos organismos causan lesiones severas en las raíces y en el cormo de plátano, hasta tal punto que disminuyen la rentabilidad del cultivo. Con respecto a los nemátodos,

* Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, Apartado Aéreo 1807, Armenia, Quindío, Colombia. Tel: (576) 7496331; Fax: (576) 7496331; E-mail: corpoarm@epm.net.co; mamabb@uolmail.com.co

según Pinochet, 1986 y Schipke y Ramsey, 1994, coinciden en que *Radopholus similis* (Cobb) Thorne es la especie de nemátodo más perjudicial para la producción de bananos y plátanos. En los suelos bajo estudio además de desbalance entre nutrimentos, también existe desequilibrio biológico, pues mientras la población de plagas aumenta, los controladores biológicos como *Beauveria bassiana*, *Metarrhizium anisoplae* y endomicorizas arbusculares decrecen.

Con este trabajo se pretende hacer énfasis sobre la participación del equilibrio biológico del suelo, fertilización completa y balance entre nutrimentos, como factores determinantes en la nutrición integrada del cultivo de plátano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se basó en dos experimentos los cuales se realizaron en el Centro Experimental El Agrado de propiedad del Comité Departamental de Cafeteros del Quindío, ubicado en el municipio de Montenegro (Quindío), a 4° 28' de latitud norte y 75° 49' de longitud oeste, a 1310 m.s.n.m, con temperatura media anual de 21°C, precipitación anual de 2200 mm. y humedad relativa media de 78%. Según la clasificación de Holdridge el ecosistema corresponde a bosque húmedo premontano (bhPM). Los suelos son derivados de cenizas volcánicas con textura franco arenosa..

Experimento 1. Fertilización del plátano con elementos mayores

Este experimento se realizó en un suelo *Typic Udivitrands* (Soil Survey Staff, 1994) con textura franco arenosa, sus propiedades químicas se describen en la Tabla 1.

Se utilizó la variedad de plátano Dominico - Hartón, (*Musa AAB Simmonds*), con una distancia de siembra de 2,5 m entre calles y 1,5 m entre plantas para una densidad de 2.666 plantas/ha. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con 20 tratamientos (Tabla 2), y cuatro repeticiones de 25 plantas por parcela con nueve plan-

tas como unidad experimental. Las fuentes de los fertilizantes empleados fueron urea, fosfato diamónico (DAP), cloruro de potasio (KCl), sulfato de amonio (SAM), sulfato de potasio (SOP) y sulfomag. Las dosis de los fertilizantes se aplicaron 30% cuando la planta había emitido cinco hojas y 70% restante en la hoja número 10, a excepción del fósforo que se aplicó 100% de la dosis cuando la planta tenía cinco hojas. Las variables registradas fueron altura, perímetro del seudotallo y número de hojas al momento de floración, peso del racimo, número de dedos por racimo, días de siembra a floración, de siembra a cosecha y de floración a cosecha. Los datos generados fueron sometidos a análisis de varianza y a una prueba de comparación múltiple de Tukey ($P < 0,05$).

Experimento 2. Residualidad de nutrimentos

La evaluación de la residualidad de nutrimentos se hizo en un suelo donde anteriormente se realizó una investigación para evaluar niveles de N, P, K, en el clon del plátano Dominico Harton, sembrado a una distancia de 5.0 m entre surcos y 2.0 m entre plantas para una densidad de 1000/ha. El diseño experimental empleado fue el de bloques completos al azar, con 18 tratamientos (Tabla 3) y tres repeticiones donde se evaluaron diferentes combinaciones de nitrógeno, fósforo y potasio. Las fuentes de nutrimentos utilizadas fueron: urea del 46% de nitrógeno, superfosfato triple del 45% de P_2O_5 ; cloruro de potasio del 60% de K_2O . La parcela experimental estuvo conformada por 25 plantas, de las cuales nueve plantas formaron la unidad experimental; en este estudio se evaluaron cuatro ciclos de producción entre junio de 1988 y diciembre de 1992.

Conservando las parcelas del experimento anterior se sembró el nuevo experimento a una distancia de siembra de 2.0 m entre surcos dobles, 2.0 m entre plantas y los surcos dobles separados por 3.0 m de calle, para una densidad de 2000 plantas/ha; con parcelas de 40 plantas, de las cuales 12

Tabla 1. Análisis químico del suelo. Experimento fertilización N-P-K.

Localidad	PH	MO	K	Ca	Mg	Na	CIC	P	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Tx
		%	meq/100 g de suelo					(ppm)						
El Agrado	5,46	6,65	2,33	5,98	1,34	0,03	16,8	132	295	49	11	4,8	0,5	Far

Tabla 2. Nutrientes aplicados (gramos por planta) en el experimento fertilización

Tratamientos	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	SO ₄
1	0	0	0		
2	0	9,2	90		
3	23	9,2	90		
4	46	9,2	90		
5	69	9,2	90		
6	92	9,2	90		
7	115	9,2	90		
8	69	9,2	90		
9	69	9,2	90		5,1
10	69	18,4	90		
11	69	9,2	0		
12	69	9,2	30		
13	69	9,2	60		
14	69	9,2	90		10,2
15	69	9,2	120		
16	69	9,2	150		
17	69	9,2	180		
18	69	9,2	90		15,3
19	69	9,2	90	5,4	6,6
20	69	9,2	90		14,4

Tabla 3. Tratamientos evaluados en el experimento de residualidad

Tratamientos	N (Kg/ha)	P ₂ O ₅ (Kg/ha)	K ₂ O (Kg/ha)	Otros
1	56	28	224	
2	56	28	416	
3	56	52	224	
4	56	52	416	
5	104	28	224	
6	104	28	416	
7	104	52	224	
8	104	52	416	
9	80	40	320	
10	8	28	224	
11	152	52	416	
12	56	4	224	
13	104	76	416	
14	56	28	32	
15	104	52	668	
16	0	0	0	
17	0	0	0	M.O (3 ton/ha)
18	80	40	320	M.O (3 ton/ha)

Tabla 4. Análisis químico de suelo donde se evaluó la residualidad de nutrientes

pH	MO %	P ppm	meq/100 g			ppm					
			K	Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	Fe	B	S
5.1	3.3	20	0.6	4.0	0.6	8	5	9.9	280	0.01	27

Las variables de crecimiento, desarrollo y producción evaluadas fueron las mismas del experimento 1.

conformaron la unidad experimental. En la (Tabla 4) se presenta el análisis de suelo del lote bajo estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimento 1

De acuerdo con el análisis estadístico, no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, en las variables de crecimiento, desarrollo y producción, resultado que permite concluir que el cultivo del plátano en suelos con las características descritas en la Tabla 1 no responde a los niveles de fertilización química con potasio, nitrógeno, fósforo, magnesio y azufre aplicados, sin embargo, se deben considerar otros nutrientes como calcio y elementos menores que pueden afectar la eficiencia en la absorción de estos elementos y reflejarse en el desarrollo y producción del cultivo de plátano.

El plan de fertilización del plátano se debe basar y ajustar a los resultados del análisis químico de suelo con el propósito de aplicar las fuentes y cantidades de nutrientes que realmente requiere el cultivo para incrementar la cantidad y calidad de la producción con óptimos resultados económicos y ambientales. Según Belalcázar, 1991, la planta de plátano durante su ciclo extrae 96,4 g de N, 11,6 g. de P, 1.034,6 g. de K, 158,9 g de Ca y 27,9 g de Mg. Considerando los requerimientos nutricionales del cultivo, la influencia de diversos factores como las características físicas, mineralógicas, químicas, el componente biológico del suelo y la sanidad del sistema radical, además del clima, se logra la utilización eficiente de los fertilizantes y una reducción en los costos de producción.

Además del componente biológico, dentro de la nutrición integrada del plátano es importante analizar el balance nutricional del suelo mediante el cálculo de las relaciones catiónicas. Los valores de estas para el suelo experimental fueron las siguientes: $Ca/Mg = 4.5$, $Mg/K = 0.6$, $Ca/K = 2,56$ y $Ca+Mg/K = 3,14$; en gran medida este balance determina la absorción de nutrientes, entre ellos el K, que el plátano demanda en grandes cantidades y que participa en el llenado de los frutos, pues es necesario para el transporte de azúcares. Pese a que de acuerdo con los requerimientos del cultivo los niveles en el suelo son adecuados (Muñoz,

1995), se observa desbalance entre el K y el Mg, debido a que el elevado contenido de K puede limitar la absorción de Mg.

Por otra parte el reciclaje de nutrientes en el suelo por incorporación de un alto porcentaje de la biomasa desarrollada en una plantación de plátano, es un factor positivo que permitiría racionalizar o inclusive reducir los niveles de fertilización química en cultivos de plátano manejados durante varios ciclos de producción. En este aspecto, el adecuado procesamiento (repicado) y ubicación de los desechos de la cosecha y la actividad biológica facilitan su rápida descomposición e incorporación al suelo, para que una vez transformados en formas asimilables puedan ser absorbidos por la planta de plátano.

Experimento 2

De acuerdo con el análisis estadístico (ANAVA) de la información generada durante el último experimento (1998–1999), se presentaron diferencias altamente significativas entre repeticiones, con un nivel de significancia del 1%, en las variables: peso del racimo, altura de planta, perímetro del pseudotallo, días de siembra a floración y días de siembra a cosecha. No se observaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en ninguna de las variables evaluadas. La confiabilidad de estos datos, cuyo coeficiente de variación fue de 8.1% permite concluir que los fertilizantes aplicados desde 1988 hasta 1992, no tuvieron efecto residual durante los cinco ciclos de producción de plátano, evaluados hasta 1999.

Igualmente, Castillo *et al*, 1995, en un experimento sobre residualidad de nutrientes en plátano, encontraron que en la variable peso del racimo no se presentaron diferencias estadísticas significativas en cada uno de los cuatro ciclos evaluados y en el promedio calculado a partir de éstas, sin embargo, los promedios observados en el primer ciclo son menores que los alcanzados a partir del segundo ciclo

Estos resultados pueden asociarse con algunas propiedades físicas del suelo bajo estudio, tales como la textura franco-arenosa que permite mayor conductividad hidráulica y por lo tanto, facilita el lavado o lixiviación de nutrientes a través del suelo; principalmente del nitrógeno cuyas formas NH_4^+ se volatiliza y NO_3^- se lixivía fácilmente. Con respecto al potasio, elemento que el plátano ab-

sorbe en cantidades grandes: 1.034,6 g/planta/ciclo (Belalcázar, 1991); es posible que este requerimiento no se pueda suplir con los residuos de fertilizaciones realizadas en ciclos de cultivo anteriores.

La falta de respuesta del cultivo de plátano al efecto residual de las dosis y fuentes de fertilizantes químicos aplicados, también puede relacionarse con las características químicas del suelo bajo estudio, ya que los andisoles son altamente retenedores de fósforo y esto explica porque aunque se aplicaron dosis de: 4, 28, 40, 52 y 76 Kg. de P_2O_5 /ha el contenido de este macronutriente en el suelo fue de 20 ppm. Igualmente el contenido de materia orgánica del suelo experimental fue bajo (3,3 %); es preciso recordar que el nitrógeno, fósforo, azufre y boro son nutrientes en cuya dinámica participa de manera importante la materia orgánica del suelo.

Además, en el suelo donde se desarrolló este experimento se presenta desbalance entre los cationes Potasio y Magnesio (Tabla 4), así mismo, el contenido de boro edáfico ha disminuido drásticamente en los últimos diez años, hasta tal punto que las plantas manifiestan síntomas de deficiencias de este micronutriente, (Bolaños y García, 2001). Estos autores concluyen que niveles inferiores a 0.4 ppm de Boro edáfico afectan la producción y calidad de la cosecha de plátano.

Por su parte, Guerrero (2002) dice que son muy variadas las causas que generan un desequilibrio en el abonamiento de cultivos; un ejemplo es la fertilización con N. P. K. cuando no se solucionan deficiencias, cada vez más frecuentes, de elementos secundarios, tales como magnesio, azufre y calcio, y también de micronutrientes. En todos los casos, el asunto converge, sin remedio a una escasa eficiencia y limitado efecto de la fertilización usual con N .P. K.

Como se observa en la Tabla 4, el suelo presenta un contenido medio de potasio (0.6 meq/100g de suelo), alto contenido de hierro y niveles bajos de materia orgánica, magnesio y boro. Este último prácticamente no está disponible para las plantas.

Bajo estas características químicas del suelo, se afecta tanto la producción como la calidad del fruto de plátano. Por lo que es necesario realizar fertilización integrada en este cultivo. Dicha fertilización no debe restringirse a la aplicación de las fuentes químicas (Urea, DAP y KCl), ya que por el nivel de

materia orgánica de suelo (3,3%) es necesario adicionar fuentes orgánicas que aporten N, K, S, P, y B y que mejoren la actividad biológica contribuyendo a mantener la sanidad del sistema radical del plátano lo cual garantiza mejor absorción de nutrientes y consecuentemente mayor producción.

Considerando el componente biológico del suelo, el cual no ha recibido la importancia que tiene y según los resultados de investigaciones anteriores (Belalcázar *et al* 1996, Bolaños y García, 2001 y Bolaños *et al*, 2000) la falta de respuesta del cultivo de plátano *Musa AAB Simmonds*, a la fertilización química puede explicarse, más que a propiedades químicas o físicas del suelo, al papel de componente biológico que interactúa en la rizosfera del cultivo de plátano. En algunos lotes experimentales y en fincas donde se cultiva plátano comercialmente, se presentan problemas sanitarios causados principalmente por el ataque del picudo negro *Cosmopolites sordidus* Germar) y por nemátodos (*Radopholus*, *Helicotylenchus*, *Meloidogyne* y *Pratylenchus*), los cuales afectan severamente el sistema radical del plátano (cormo y raíces) e impiden la absorción de nutrientes.

CONCLUSIONES

- Bajo las condiciones experimentales, el cultivo de plátano no responde en las variables evaluadas a la fertilización y al efecto residual de las fuentes de nitrógeno, fósforo y potasio aplicadas.
- La fertilización con los macronutrientes N, P, K, sin corregir deficiencias de Mg. y de Boro disminuye la eficiencia de la práctica de fertilización, lo cual se corrobora en este estudio mediante la falta de respuesta del cultivo de plátano.
- En el suelo donde se realizó la investigación, se ha incrementado la población de organismos indeseables (nematodos y picudos), que afectan severamente el sistema radical del plátano impidiendo la absorción de nutrientes y su efecto en los rendimientos y calidad de la producción.

LITERATURA CITADA

- Baver, L.D. 1972. Soil Physics. Tercera edición. New York, John Wiley and Sons. 489 p.
- Belalcázar C.S. 1991. El Cultivo del Plátano en el Trópico. Manual Técnico No. 50. Instituto Colombiano Agropecua-

- rio ICA. (Ed.) Feriva Ltda. 379 p.
- Belalcázar, C.S.; Jaramillo, G.O.; Cortés, L.C. 1996. Mejoramiento de la Producción del Cultivo del Plátano. C. Área de Suelos y Fertilización. En: Tecnología del Eje Cafetero para Siembra y Explotación rentable del Cultivo de Plátano. Corpoica – Comité Departamental de Cafeteros del Quindío –CIID (Canadá) INIBAP –LAC- INPOFOS. Tercer Informe Técnico 1994-1996. 130 pág.
- Bolaños, B. M. M. y García, A. A. 2001. Dinámica del boro en un suelo cultivado con plátano (*Musa AAB Simmonds*), en el Quindío. En: Memorias XV Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Varadero Cuba, noviembre 10 al 16.
- Bolaños B., M.; Morales O., H.; Valencia M., J.A. 2000. Importancia de la nutrición integrada en el cultivo del plátano (*Musa AAB Simmonds*). En: Memorias Reunión ACORBAT. San Juan de Puerto Rico. julio 1-3 agosto de 2000. 42 p.
- Castillo, L.E.; Belalcázar C.S.; Valencia M., J. A.; Arcila P., M.L.; Espinosa M. J.; Gonzalez A. 1995. Evaluación de niveles de N,P,K. Sobre el crecimiento y la producción del cultivo de plátano, Dominico Harton (*musa AAB Simmonds*). En: Mejoramiento de la producción del cultivo de plátano. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, Armenia (Colombia). P 129-141.
- Guerrero R., R. 2002. Eficiencia de la fertilización en la agricultura de Colombia. En: Estrategias para la productividad de los suelos agrícolas. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo - Capítulo Tolima. pp. 165-170.
- Muñoz, A.R. 1995. Fertilización del plátano (*Musa AAB Simmonds*). En suelos de clima medio en Colombia. En: Fertilización de cultivos de clima medio. Guerrero., R.R. (Ed.) Mónomeros Colombo-Venezolanos S.A. págs. 195 - 204
- Pinochet, J.1986. A note on nematode control practice on bananas in Central America. *Nematropica* 16(2):197 - 203.
- Schipke, L.G. & M.D. Ramsey. 1994. Control of banana burrowing nematode (*Radopholus similis*) by fenamiphos applied through micro-irrigation in North Queensland. *Austr. J. of Experim. Agric.* 34:109-114.
- Soil Survey Staff, 1994. Keys to soil taxonomy. G. of Washington, Department of Agriculture Uneted States, USDA, 306 págs.