

EFICIENCIA AGRONÓMICA Y ECONÓMICA DEL MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN EN BANANO EN UN SUELO DE LA DEPRESIÓN DEL LAGO DE VALENCIA

Jeglay Cruz^a, Eduardo Casanova^b (†), Deyanira Lobo L.^b, Gustavo Rodríguez^b, Gustavo Martínez^c, Juan Carlos Rey^c, Rosana Figueroa^b.

^aPostgrado en Ciencia del Suelo UCV, Facultad de Agronomía, e-mail: jeglaycruz@yahoo.com, ^bUniversidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía lobod@agr.ucv.ve, ^cInstituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.

RESUMEN

Con el propósito de evaluar la eficiencia agronómica y económica de diferentes planes de manejo de la fertilización del banano en un suelo de la Depresión del Lago de Valencia, se llevó a cabo un ensayo en un Typic Ustifluents, bajo una plantación de bananos (*Mussa* AAA ‘Gran Nain’), en la cual se establecieron 4 planes de fertilización: T1 (tradicional del productor) 400 kg N ha⁻¹, 65 kg P₂O₅ ha⁻¹ y 800 kg K₂O ha⁻¹; T2 (recomendación internacional) 375 kg N ha⁻¹, 50 kg P₂O₅ ha⁻¹, 600 kg K₂O ha⁻¹; T3 (propuesta 1) 350 kg N ha⁻¹, 20 kg P₂O₅ ha⁻¹, 700 kg K₂O ha⁻¹, 10 kg Cu ha⁻¹, 8 kg Fe ha⁻¹, 2 kg Mn ha⁻¹; y el T4 (propuesta 2: tradicional del productor mejorado) 400 kg N ha⁻¹, 65 kg P₂O₅ ha⁻¹, 800 kg K₂O ha⁻¹, 10 kg Cu ha⁻¹, 8 kg Fe ha⁻¹, 2 kg Mn ha⁻¹. Los resultados permiten evidenciar que el T2 presentó mejor eficiencia agronómica que el resto de los tratamientos. En cambio, el tratamiento 3 (propuesta 1) presentó mayor eficiencia económica. En ambos parámetros el manejo actual del productor refleja menor eficiencia agronómica y económica, al compararse con los otros 3 planes manejos de fertilización realizados en el ensayo.

Palabras clave: banano, eficiencia agronómica, eficiencia económica, fertilización

INTRODUCCIÓN

El uso eficiente de nutrientes es un aspecto de gran relevancia debido al incremento en los costos de los fertilizantes y la continua preocupación por el impacto ambiental asociada con el uso inapropiado de nutrientes (Espinoza y Mite, 2002). El crecimiento y la producción de fruta de banano, requieren de altas cantidades de nutrientes minerales, los cuales a menudo son suministrados solamente en forma parcial por el suelo, por lo que, grandes cantidades de nutrientes deben ser aportados para mantener la fertilidad química de los suelos y permitir una producción de altos rendimientos sostenida en el tiempo, situación que se logra con la aplicación de materia orgánica o aplicación más eficiente de fertilizantes minerales (Lahav y Turner, 1992). El objetivo del presente trabajo es evaluar eficiencia agronómica y económica de diferentes planes de manejo de la fertilización del banano en un suelo de la Depresión del Lago de Valencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en una unidad de producción comercial, ubicada en el municipio Libertador del estado Aragua, en la Depresión del Lago de Valencia, con una superficie de 135 ha de cultivo de banano (*Musa* AAA, ‘Grand Nain’), en un suelo Typic Ustifluents, con fuerte reacción al ácido clorhídrico al 10%, con valores de pH de 8,47,

altos niveles de CaCO₃ equivalente de los suelos y alto contenido de materia orgánica, con valores de 5,12% (Sapucky, 2007).

El ensayo conformado por cuatro tratamientos de fertilización (Cuadro 1), planteados en función del diagnóstico nutricional del suelo y las plantas, y cuatro repeticiones, en un diseño experimental de bloques al azar. El área de cada unidad experimental: 250 m² (16 unidades experimentales), con 50 plantas por unidad experimental, la densidad por hectárea de la plantación era de 1.900 a 2.000 plantas. Se seleccionaron y marcaron 20 hijos de sucesión vigorosos, sanos y uniformes, con una altura entre 1,00 a 1,50 m, en los cuales se aplicaron los fertilizantes en forma de media luna (López y Espinosa, 1995), de manera fraccionada en 8 ciclos de aplicación, cada 8 semanas, y se realizaron las evaluaciones previstas.

En la primera aplicación del fertilizante se realizó la incorporación del mismo, con el uso de la herramienta Hércules, únicamente en los tratamientos 3 y 4, en estos tratamientos también se aplicó micronutrientes (Cu, Fe, y Mn), por medio de fertilización foliar.

Cuadro 1. Tratamientos implementados para la evaluación del manejo de la fertilización de banano.

Tratamiento	Manejo	Dosis de nutrientes (kg ha ⁻¹)
T1	Tradicional del productor	N: 400 P ₂ O ₅ : 65 K ₂ O: 800
T2	Recomendación internacional	N: 375 P ₂ O ₅ : 50 K ₂ O: 600
T3	Propuesta 1	N: 350 P ₂ O ₅ : 20 K ₂ O: 700 Cu: 10 Fe: 8 Mn: 2
T4	Propuesta 2 (Tradicional del productor mejorado)	400 N: 400 P ₂ O ₅ : 65 K ₂ O: 800 Cu: 10 Fe: 8 Mn: 2

Se evaluaron las siguientes variables:

- **Estimación del número de cajas para mercado nacional:** se calculó el número de cajas de 20 kg de capacidad, para mercado nacional, que se podrían llenar considerando las plantas cosechas, el ratio de la unidad de producción, la producción obtenida, porcentaje de descarte y de recobro. Para ello se usó la siguiente ecuación:

$$N^{\circ} \text{ de cajas} = \frac{\text{Población} * \text{Peso del racimo} * \text{Recobro} * \text{Ratio} * \text{Descarte}}{20 \text{ kg}}$$

Donde:

N° de cajas: número de cajas de 20,0 kg para mercado nacional por hectárea.

Población: número de plantas por hectárea.

Porcentaje de recobro: 95% de plantas cosechadas, considera la pérdida de plantas producto de enfermedades.

Ratio: número de cajas que puede llenarse por racimo, con un valor promedio de 1,25 en la APL.

Descarte: 5% de descarte de manos realizado en la empacadora.

- **Eficiencia agronómica:** Se determinó dividiendo los kilogramos de fruto producido entre los kilogramos de nutrientes: N, P y K, aplicado por cada tratamiento, usando la siguiente expresión:

$$\text{Eficiencia agronómica} = \frac{\text{kg de fruta ha}^{-1}}{\text{kg de nutrimento aplicado ha}^{-1}}$$

Donde:

kg de fruta ha⁻¹: cantidad de bananos por hectárea.

kg de nutrimento aplicado ha⁻¹: cantidad de nutrimento aplicado, en cada tratamiento, expresado por hectárea.

- **Eficiencia económica:** Esta variable se calculó dividiendo la cantidad de dinero ingresado por la venta del producto, entre el costo del fertilizante empleado. Ambos costos se expresaron en moneda de Venezuela, Bolívar Fuerte.

$$\text{Eficiencia económica} = \frac{\text{BsF venta de producción ha}^{-1}}{\text{BsF costo del fertilizante ha}^{-1}}$$

Donde:

BsF venta producción: ingreso venta de la producción lograda en el ciclo.

BsF costo: cantidad en Bolívares del fertilizante aplicado para la producción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento estimado

El rendimiento por hectárea, se calculó en base al peso de racimo y la cantidad de plantas cosechadas. Este parámetro de productividad, no presentó diferencias estadísticas; no obstante, se obtuvo que el tratamiento con mejor rendimiento fue el 4; igualmente, los tratamientos 2 y 3 mostraron rendimientos más altos que el tratamiento 1, correspondiente al manejo actual del productor (Figura 1). En experiencias, como la realizada por Yao, *et al.* 2009, quienes evaluaron dosis óptimas de fertilización, en base a un diagnóstico de fertilidad del suelo, encontraron que el nitrógeno, fósforo y potasio estaban deficitarios para los requerimientos del cultivo de banano. Por lo que evaluaron, 4 tratamientos, bajo dos condiciones, fertilización de la planta madre y fertilización al hijo de sucesión, encontrando que los mejores rendimientos, se presentaron en los tratamientos con la fertilización balanceada de N-P-K, por lo que, se evidencia la importancia de plantar de fertilización en equilibrio, con el mayor uso de nutrientes requeridos por el cultivo, además de corroborar la importancia de considerar la fertilización las plantas de sucesión (hijo de sucesión).

Estimación del número de cajas para mercado nacional

El tratamiento 4 (manejo del productor mejorado) fue el que obtuvo el mayor número de cajas, mientras que el tratamiento 1 (manejo del productor) fue el que presentó el menor número de cajas para mercado nacional (Cuadro 2).

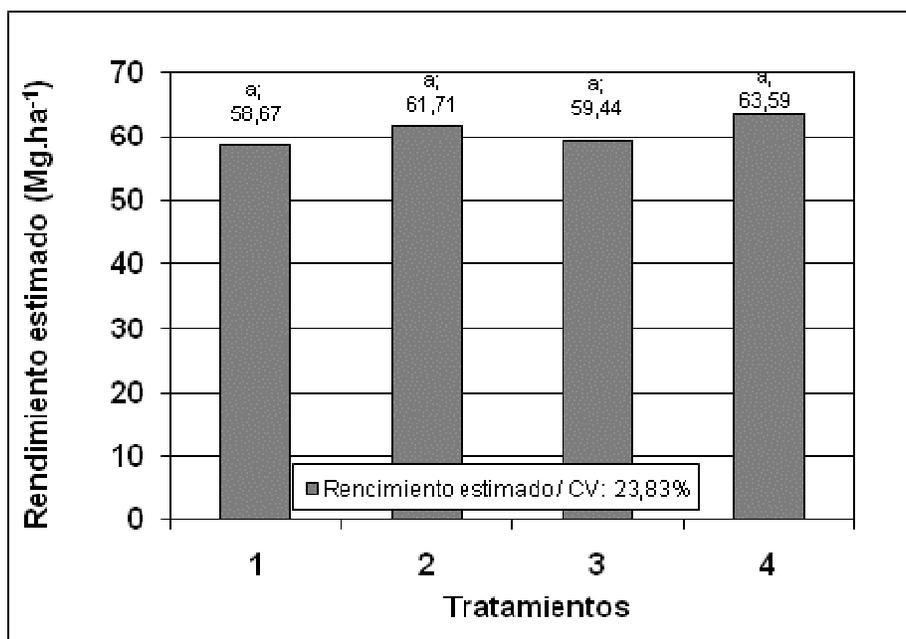


Figura 1. Rendimiento estimado, en los tratamientos evaluados. Letras iguales para los distintos tratamientos, no mostraron diferencia significativas al nivel ($p \leq 0,05$).

Cuadro 2. Número de cajas para mercado nacional por tratamiento de fertilización química.

Tratamiento	Variables					Cajas de 20 kg	Número de cajas ha ⁻¹
	Población (plantas ha ⁻¹)	Peso del racimo (kg)	Porcentaje de recobro (95%)	Ratio de APL	Porcentaje de descarte 5%		
T 1		32,60					3.309,92
T 2	1.800	34,28	95	1,25	5	20	3.480,49
T 3		33,02					3.352,56
T 4		35,33					3.587,10

Eficiencia agronómica y económica

El cálculo de la eficiencia agronómica, permitió determinar que el tratamiento 2 presentó mayor eficiencia, ya que, se usó menor cantidad de nutrientes para obtener mayor peso de frutos de banano, mientras que el tratamiento que presentó menor eficiencia fue el tratamiento 1 (manejo actual del productor) (Cuadro 3). Es de hacer notar que el uso de diferentes fuentes de fertilizantes, incidió en el cálculo de la

eficiencia agronómica, debido a que, en el tratamiento 2 la fuente empleada para el aporte de nitrógeno fue el nitrato de amonio, el cual en promedio contiene 32% de N, en cambio en el tratamiento 3, la fuente de nitrógeno es el sulfato de amonio, con un contenido promedio de 20% de N, menor cantidad que la fuente de N empleada en el tratamiento 2. En tal sentido, el cálculo de la eficiencia en función de los nutrientes aplicados por tratamiento (N, P y K), permitió observar que el N y el P, en el tratamiento 3, presentaron mayor eficiencia que el resto de los tratamientos, y el K del tratamiento 2, obtuvo mayor eficiencia que los demás tratamientos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Eficiencia agronómica para cada tratamiento de fertilización química.

Tratamiento	Eficiencia dosis total	Eficiencia dosis Nitrógeno	Eficiencia dosis Fósforo	Eficiencia dosis Potasio
T1	46,38	146,68	902,62	73,34
T2	60,20	164,56	1.234,2	102,85
T3	54,53	169,83	2.072,0	84,91
T4	49,49	158,98	978,31	79,49

En cuanto a la eficiencia económica, los tratamientos 2 y 3, presentaron mayor eficiencia que los tratamientos 1 y 4 (Cuadro 4). Es importante considerar, el costo de las fuentes de fertilizantes, debido a, que las fuentes empleadas en las mezclas realizadas en el tratamiento 3, son más económicas, que las empleadas en el resto de los tratamientos, situación que puede compensar los costos de mano de obra, correspondiente a la actividad de incorporación del fertilizante con el Hércules y las aplicaciones de fertilizantes foliares, ya que estas labores incrementan aproximadamente en un 20%, la partida destinada a fertilización, dentro de una estructura de costo de producción de banano.

Cuadro 4. Eficiencia económica para cada tratamiento de fertilización química.

Tratamiento	Peso de fruta (kg ha ⁻¹)	X	BsF venta producción ha ⁻¹	/	BsF costo del fertilizante	Eficiencia económica
T1	58.670,00		76.271,00		3.450,35	22,11
T2	61.710,00		80.223,00		2.883,62	27,82
T3	59.440,00		77.272,00		2.545,43	30,36
T4	63.590,00		82.667,00		3.750,35	22,04

Adicionalmente, se refleja un incremento de la eficiencia económica y agronómica, en los tratamientos 2 y 3, al compararse con el tratamiento 1, que representan el manejo que realiza el productor. Así mismo, se han reportado incrementos en la productividad en plantaciones de banano, producto de mejoras en los planes de fertilización, como el caso de Meena y Somasundaram (2004), quienes determinaron, que al aplicar tratamientos donde se usaron diferentes dosis de nitrógeno y de potasio, por dos años consecutivos, destacando la importancia de suministrar al cultivo las cantidades necesarias durante las diferentes etapas de desarrollo de la planta, para obtener un

óptimo crecimiento de las plantas y lograr una alta productividad. Aunado, al fraccionamiento de las dosis, aplicación de fertilizantes en diferentes etapas de desarrollo del cultivo, permitió a la planta contar con los nutrimentos en los períodos críticos y en la fase de acumulación de los fotosintatos, situación que favorece la productividad de la plantación y la calidad del fruto.

Así mismo, Casanova y Rivero (2006), reportaron incremento en la eficiencia económica y agronómica en un suelo con características similares, y destacan la importancia del uso de fuentes con potasio y azufre para el cultivo de banano, ya que, estos nutrimentos participan en la obtención de frutos más pesados, mayor retención de agua y translocación de carbohidratos, así como el aumento en la velocidad de formación de hojas, tamaños de frutos y formación de aminoácidos y proteínas respectivamente en las plantas de banano.

CONCLUSIONES

El tratamiento 2 (dosis internacional), presentó mejor eficiencia agronómica que el resto de los tratamientos. En cambio, el tratamiento 3 (propuesta) presentó mayor eficiencia económica. En ambos parámetros el manejo actual del productor refleja menor eficiencia agronómica y económica, al compararse con los otros 3 manejos de fertilización realizados en el ensayo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CASANOVA, E.; C. RIVERO. (2006). Efecto de fuentes alternativas de fertilizantes con el método de la fertirrigación sobre la nutrición mineral y rendimientos de bananos en una finca del estado Aragua, Venezuela. *Agronomía Tropical*. 56(3): 325-344.
- ESPINOSA, J.; F. MITE. (2002). Estado actual y futuro de la nutrición y fertilización del banano. *Informaciones Agronómicas (INPOFOS)*, 48:4-10
- LAHAV, E. y D. TURNER. (1992). Fertilización del banano para rendimientos altos. Segunda edición. Boletín N° 7. Instituto de la Potasa y el Fósforo. Quito, Ecuador. 71 p.
- LÓPEZ, M.; J. ESPINOSA. (1995). Manual de la nutrición y fertilización del banano. Una visión práctica del manejo de la fertilización. Corporación Bananera Nacional (CORBANA), Costa Rica. Instituto de la Potasa y el Fósforo, Ecuador. 82 p.
- MEENA, S.; E. SOMASUNDARAM. (2004). Rate and timing of nitrogen and potassium fertilization on yield and quality of banana cv. 'Poovan'. *Madras Agriculture Journal*, 91(1-3):52-55.
- SAPUCKY, M. (2007). Relaciones entre la productividad del banano (*Musa AAA*) y propiedades físicas y químicas de suelos lacustrinos de la Depresión del Lago de Valencia. Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay – Venezuela. 118 p.
- YAO, L.; G. LI; B. YANG; S. TU. (2009). Optimal fertilization of banana for high yield, quality and nutrient use efficiency. *Better crops*, 1: 1-2.