

Comportamiento del plátano cuerno de Alce (*Musa* AAB) utilizando gallinaza como enmienda al suelo y nematicidas

Agenol González-Vélez

J. Agric. Univ. P.R. 96(3-4):155-163 (2012)

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la gallinaza como enmienda al suelo y de la aplicación de nematicidas sobre las características de la planta, rendimiento y contenido nutricional foliar del clon de plátano Cuerno de Alce. Las propiedades químicas del suelo fueron estudiadas después del uso de la gallinaza. La gallinaza se aplicó a razón de 25 t/ha y se incorporó durante la preparación de terreno. El tratamiento de nematicidas consistió en la aplicación de etoprop al momento de la siembra seguido por oxamyl a los seis y 12 meses después de la siembra. Las aplicaciones de gallinaza aumentaron significativamente la altura y diámetro de las plantas, redujeron los días de siembra a florecida y aumentaron los pesos de los racimos y el rendimiento por hectárea de plátano. El rendimiento obtenido con aplicaciones de gallinaza fue de 34,242 kg/ha, lo cual es 33% mayor al rendimiento obtenido en el tratamiento que no recibió gallinaza. El uso de nematicida redujo significativamente el número de plantas caídas y aumentó el rendimiento del plátano. El uso de gallinaza aumentó el contenido foliar de N y Ca. El uso de nematicidas no afectó ninguno de los contenidos foliares evaluados. Las propiedades químicas del suelo (pH, materia orgánica, conductividad eléctrica, N, P, K, Ca, y Mg) no se afectaron significativamente con las aplicaciones de gallinaza.

Palabras clave: plátano, gallinaza, nematicidas, *Musa* AAB

ABSTRACT

African Rhino plantain clone (*Musa* AAB) behavior when using chicken manure as soil amendment and nematicides

The effects of chicken manure as a soil amendment and the application of nematicides on plant characteristics, yield and foliar nutrient content of the African Rhino plantain clone were evaluated. Chemical properties of the soil were monitored after chicken manure application. Chicken manure, at a rate of 25 t/ha, was incorporated during soil preparation. The nematicide treatment included the use of etoprop at planting, followed by oxamyl at six and 12 months after planting. The application of chicken manure significantly increased the height and diameter of the pseudostem, reduced the number of days from planting to shooting, and increased bunch weight, and yield per hectare. With the use of chicken manure a yield of 34,242 kg/ha was obtained. This yield represents a 33% increase over that of the treatment without chicken manure. The use of nematicides significantly diminished the number of collapsed plants and increased plantain yield. The use of chicken manure increased the foliar content of N and Ca whereas the use of nematicide had no effect on any of the nutrient foliar content. The chemical

properties of the soil (pH; organic matter; electric conductivity; N, P, K, Ca and Mg content) were not affected by the use of chicken manure.

Key words: plantain, chicken manure, nematicide, *Musa* AAB

INTRODUCCIÓN

La producción de plátano en Puerto Rico para el año 2009 fue de 277,217 millares de frutas que representaron un ingreso bruto de \$78.0 millones (Departamento de Agricultura, 2010). Una fruta se considera de excelente calidad para mercadeo en Puerto Rico cuando mide más de 25.4 cm y pesa más de 270 g. Frutas de mayor tamaño y peso mejoran su grado en la clasificación y consiguen un mejor precio (Goenaga e Irizarry, 2006). El clon de plátano Cuerno de Alce (*Musa* AAB) ha mostrado características superiores a estos parámetros con frutas de 41.3 cm de largo y 626 gramos de peso (Irizarry et al., 2001). Este clon de plátano ha generado interés entre algunos agricultores y público en general ya que su fruta se puede vender a un dólar aproximadamente, lo que genera una buena ganancia a los productores. El propósito principal de este estudio fue evaluar el clon de plátano Cuerno de Alce, utilizando prácticas de manejo alternas a las convencionales. Se estudió el comportamiento de este clon utilizando gallinaza (estiércol de los pollos) como enmienda al suelo y aplicaciones de los nematicidas etoprop y oxamyl en un mismo tratamiento. También se estudió el efecto sobre el contenido foliar de nutrientes con estos tratamientos y el efecto de las aplicaciones de gallinaza en algunas propiedades químicas de este suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en los terrenos de la Subestación Experimental Agrícola en Corozal, localizada en la zona climatológica norte húmeda a una altitud de 212 metros sobre el nivel del mar. La precipitación durante los 14 meses del experimento fue de 2,240 mm, la temperatura máxima fue 29° C y la mínima fue 19° C. La serie de suelo predominante es Corozal arcilloso (Aquic Haplohumults, arcilloso, mixto, isohipertérmico). Este suelo se caracteriza por ser ácido, de baja fertilidad y de pobre drenaje.

Los tratamientos de gallinaza consistieron en 0 t/ha y 25 t/ha. Se utilizó gallinaza de pollos parrilleros la cual fue incorporada al terreno luego de un mes de haber sido extraída del rancho. La incorporación al suelo de la gallinaza disminuye el arrastre por las lluvias y a la vez cumple con la Reglamentación de la Junta de Calidad Ambiental de Puerto Rico (2004). El análisis químico de la gallinaza utilizada mos-

traba lo siguiente: pH, 9.2; materia orgánica, 25.6%; N, 3.2%; P, 3.18%; K, 2.2%; Ca, 5.6%; y Mg, 1.1%. El tratamiento de nematocida consistió en la aplicación de etoprop (10 G) al hoyo al momento de la siembra, a razón de 60 g/planta. Luego este mismo tratamiento recibió aplicaciones de oxamyl, a razón de 10 ml/planta de producto comercial (24% ingrediente activo), a los seis y 12 meses después de la siembra.

El tamaño de las unidades experimentales fue de 7.3 x 9.1 metros. La preparación de terreno consistió en arado, rastrillado y rotocultivador. La siembra se realizó en junio de 2008, utilizando material de propagación de cormos del clon Cuerno de Alce. Este fue seleccionado de plantas que mostraban dos manos por racimo, lo cual es una característica deseable para el mercadeo de este clon. Se sembraron tres hileras de seis plantas por unidad experimental a una distancia de 3 m entre hilera y 1.2 m entre plantas. El manejo de malezas se realizó con aplicaciones postemergentes de glifosato y paraquat según recomendado en la etiqueta. El abonamiento se realizó a los dos, cinco, ocho y 10 meses después de la siembra, usando 240, 360, 480 y 240 g/planta, respectivamente, de abono con formulación 10-5-20-3. Se utilizó un diseño de parcelas divididas donde la parcela principal fue el tratamiento de gallinaza, y la subparcela fue el tratamiento de nematocida. Los tratamientos se replicaron cuatro veces. A los siete meses luego de la siembra se realizó un muestreo de suelo y tejido foliar. Para los análisis foliares se utilizó la parte central de la lámina de la tercera hoja superior. Las muestras de suelo se tomaron a 15 cm de profundidad. Los análisis de suelo para Ca, Mg y K intercambiables se realizaron mediante extracción con acetato de amonio 1 N y se detectaron por absorción atómica. El P disponible en el suelo se extrajo con solución Bray I y se detectó su concentración mediante colorimetría en un espectrofotómetro UV. La conductividad eléctrica y pH se determinó en una mezcla de agua:suelo de 2:1. El contenido de materia orgánica se determinó mediante el método de Walkley-Black. El contenido de nutrimentos totales en la gallinaza se realizó mediante una extracción ácida. El N y P se determinó con una digestión ácida (H_2SO_4) y la concentración de ambos elementos se determinó por colorimetría, utilizando un espectrofotómetro UV. La extracción de Ca, Mg y K en la gallinaza se realizó mediante una extracción en HCl al 33%, y su concentración se detectó mediante absorción atómica. Los análisis de suelo y tejido se realizaron en el Laboratorio Central Analítico de la Estación Experimental Agrícola. Se tomó la altura y diámetro de la planta a los 10 meses luego de la siembra. El diámetro se midió a una altura de un metro de la superficie del suelo. Al finalizar el experimento se cuantificó el número de plantas caídas y el número de plantas que se cosecharon por unidad experimental. Las plantas cosechadas fueron

aquellas que completaron su ciclo vegetativo y que no se afectaron por caídas o por pobre desarrollo. Se tomaron datos de características del racimo; el peso promedio de las frutas se calculó descontando el peso del raquis. El rendimiento se calculó multiplicando el peso del racimo por el número de plantas por hectárea por el porcentaje de plantas cosechadas. Los datos de características de la planta y del racimo, rendimiento y los de nutrición foliar se analizaron usando un modelo para parcelas divididas en bloques completos aleatorizados y los datos de suelo, utilizando uno de bloques completos aleatorizados. Cuando la prueba de F del ANOVA era significativa, se usó la prueba de Tukey para separar las medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados demuestran que la aplicación de gallinaza aumentó significativamente la altura y el diámetro del pseudotallo de las plantas (Cuadro 1). Por otro lado, no hubo efecto significativo de la utilización de nematicidas ni interacción de estos factores en los parámetros evaluados. El aumento de la altura y diámetro del pseudotallo puede estar relacionado con los beneficios de aplicar enmiendas orgánicas a los suelos, como es el caso de la gallinaza. La materia orgánica en los suelos mejora su estructura, la infiltración de agua y aumenta el número de organismos benéficos en el suelo. Además, incrementa la salud y el vigor de las plantas (NRCS, 2010). El incremento en el diámetro del pseudotallo es importante en la producción, ya que se ha relacionado con un aumento en peso de los racimos (Irizarry y Green, 1977).

El porcentaje de plantas caídas disminuyó significativamente con el uso de nematicidas pero no con el uso de gallinaza (Cuadro 1). Este parámetro es una medida indirecta del daño que ocasionan los nematodos y el picudo del cormo [*Cosmopolites sordidus* (Germair)] en el debilitamiento del sistema radicular de la planta (Robinson, 1996; Chavarría e Irizarry, 1997). Los resultados demuestran que hubo 15% más plantas erectas donde se utilizó nematicida que donde no se utilizó. El porcentaje de plantas cosechadas no se afectó significativamente con la aplicación de gallinaza ni por aplicación de nematicidas. El porcentaje promedio de plantas cosechadas para todos los tratamientos fue de 85%. El porcentaje de plantas que mostraron la característica seleccionada de dos manos por racimo no se afectó significativamente por ninguno de los dos factores. Sin embargo, hubo una interacción significativa entre los factores ya que el mayor número de plantas en mostrar la característica de dos manos se obtuvo cuando se usó gallinaza en combinación con los nematicidas. Esa combinación de factores mostró 79% de plantas con dos manos por racimo comparado con 44% para el

CUADRO 1. *Características de la planta y el racimo del clon de plátano Cuerno de Alce según afectadas por el uso de gallinaza y nematicidas.*

Tratamientos	Altura planta m	Diámetro planta cm	% plantas caídas	% plantas cosechadas	% plantas con dos manos	Días a la florecida	Número frutas por racimo	Peso promedio fruta (g)	Peso promedio racimo (kg)	Rendimiento (kg/ha)
Gallinaza (G)										
Uso	3.4	19.0	8.5	90	62	332	21.2	658	15.3	34,242
No uso	2.7	15.3	10.5	79	47	364	18.2	650	12.9	25,698
Prueba de F (0.05)	* ¹	*	N.S. ²	N.S.	N.S.	*	N.S.	N.S.	*	*
Nematicida (N)										
Uso	3.1	17.2	2.0	90	60	351	20.0	649	14.2	31,996
No uso	3.0	17.2	17	79	47	346	19.3	659	14.0	27,944
Prueba de F (0.05)	N.S.	N.S.	*	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	*
G * N	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	*	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

¹*= significativo al P < 0.05.

²N.S.=no significativo.

resto de los tratamientos (datos no incluidos en el cuadro). Estos datos nos pueden indicar que para obtener la característica deseada de dos manos, la planta debe alcanzar su mejor desarrollo, como el obtenido al utilizar la combinación de gallinaza y nematicida.

Los días a la florecida se afectaron significativamente con el uso de gallinaza pero no con el uso de nematicidas. Cuando se utilizó gallinaza la planta alcanzó la etapa de florecida 32 días antes que cuando no se utilizó. Esto es una ventaja para el productor ya que comenzará a generar ingreso en la finca más rápidamente que cuando no se usa gallinaza. El número de frutas por racimo no mostró diferencias significativas entre los tratamientos, y su promedio fue de 19.6. El peso promedio de las frutas tampoco se afectó significativamente y se obtuvo un promedio de 654 g. El peso del racimo se afectó significativamente por el uso de gallinaza pero no por el uso de nematicidas. El peso promedio del racimo fue 2.4 kg mayor cuando se usó gallinaza como enmienda al suelo que cuando no se utilizó gallinaza. Muñoz (1992), utilizando la gallinaza como fuente de abono, obtuvo un aumento de 5.6 kg en el peso del racimo del clon Maricongo comparado con el peso obtenido con la aplicación recomendada de abono inorgánico. Este resultado reafirma el beneficio que tiene el uso de gallinaza como enmienda en la producción de plátano, especialmente en los suelos de la zona central de Puerto Rico. El rendimiento por hectárea obtenido en este estudio se afectó significativamente con ambos factores: uso de gallinaza y de nematicida. Sin embargo, el aumento en rendimiento obtenido con el uso de gallinaza fue de 25%, comparado con 13% de aumento con el uso de nematicidas. Estos resultados indican que ambas prácticas pueden ser necesarias para aumentar los rendimientos en estos suelos pero que se obtienen mayores beneficios en términos de la producción con el uso de gallinaza que con el uso de nematicida.

El Cuadro 2 muestra que las aplicaciones de gallinaza afectaron significativamente la concentración de N y Ca en la hoja de plátano. Las aplicaciones de nematicidas no tuvieron efecto significativo en el contenido de nutrimentos en la hoja del plátano Cuerno de Alce. El contenido de N foliar obtenido en las plantas en donde se utilizó gallinaza como enmienda (3.6%) fue superior a lo reportado como necesario para obtener rendimientos óptimos en plátano (3.1%) (Estación Experimental Agrícola, 1995), lo que sugiere que se pueden reducir las aplicaciones de N inorgánico para fertilizar el plátano cuando se usa gallinaza como enmienda. Según esta misma publicación, el valor de P obtenido fue aceptable (0.22% vs. 0.19%) y el valor de K fue ligeramente superior (4.1% vs. 3.6%) al óptimo. La concentración de Ca en el tejido foliar de plátano en el tratamiento donde se aplicó gallinaza obtuvo un valor superior al óptimo (1% vs. 0.65%), lo cual puede ser el resultado del alto

CUADRO 2. *Análisis foliar del clon Cuerno de Alce con uso y no uso de gallinaza y nematicidas.*

Tratamientos	Contenido Foliar %				
	N	P	K	Ca	Mg
Gallinaza (G)					
Uso	3.6	0.22	4.1	1.0	0.31
No uso	3.1	0.22	4.1	0.8	0.27
Prueba de F (0.05)	*1	N.S. ²	N.S.	*	N.S.
Nematicidas (N)					
Uso	3.4	0.22	4.0	0.91	0.30
No uso	3.4	0.22	4.2	0.93	0.29
Prueba de F (0.05)	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
G * N	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

¹*= significativo al P<0.05.

²N.S.=no significativo.

contenido de calcio presente en la gallinaza. Por otro lado, el contenido de Mg foliar donde no se aplicó gallinaza fue inferior al óptimo (0.27 vs. 0.30%). Donde se aplicó gallinaza el valor de Mg (0.31%) fue aceptable, lo cual puede ser una ventaja de las aplicaciones de este material en estos suelos que se caracterizan por bajos contenidos de este elemento (Martínez et al., 2002).

Con relación a los análisis químicos del suelo (Cuadro 3) no hubo diferencias significativas con el uso de gallinaza; sin embargo, se observaron algunas tendencias. Los valores de pH, fueron aceptables para la producción de plátano. Los valores de materia orgánica obtenidos en este estudio son considerados bajos según interpretaciones realizadas por Sotomayor y Martínez (2006), quienes recomiendan valores superiores a 2%. En condiciones tropicales, la alta precipitación y altas temperaturas afectan la acumulación de materia orgánica. Siendo este un parámetro importante que afecta las propiedades químicas, físicas y biológicas del

CUADRO 3. *Análisis químico del suelo con y sin uso de gallinaza.*

Tratamientos	Análisis químico del suelo							
	pH	MO %	CE mmhos/cm	N %	P mg/kg	K cmol/kg	Ca cmol/kg	Mg cmol/kg
Gallinaza								
Uso	6.6	1.34	0.34	0.13	54	0.55	26	0.84
No uso	5.8	1.13	0.20	0.11	10	0.34	14	0.64
Prueba de F (0.05)	N.S. ¹	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

¹N.S. = no significativo.

suelo y siendo un indicador sensible de la calidad del suelo (Karlen et al., 2006), es recomendable realizar más investigación que permita aumentar la materia orgánica en estos suelos. Las parcelas que recibieron gallinaza mostraron una conductividad eléctrica ligeramente superior a la de las parcelas que no la recibieron, pero muy por debajo de los niveles considerados como detrimentales para el cultivo de plátano. Según Guggel et al. (2003), valores de 5 mmhos o superiores son los que afectan la producción de los bananos. O'Hallorans et al. (1993) habían reportado un aumento significativo en la conductividad eléctrica cuando usaron gallinaza en otros estudios. Los contenidos altos de Ca y K en la gallinaza y su eventual mineralización han sido relacionados con el aumento en la conductividad eléctrica. El valor de P disponible en las parcelas que recibieron gallinaza fue más alto que el valor crítico (20 mg/kg) que se ha establecido para este elemento en términos agrícolas (Muñiz-Torres, 1992). Sabiendo que las escorrentías de P están relacionadas con el deterioro de la calidad de nuestros cuerpos de agua (Sotomayor-Ramírez et al., 2004) es necesario realizar investigación para manejar adecuadamente este elemento cuando se utiliza gallinaza. El valor de K intercambiable en las parcelas que no recibieron gallinaza se considera bajo con relación a los valores establecidos por Muñiz-Torres (1992). Aunque no fue significativamente diferente, el valor de K donde se aplicó gallinaza se considera óptimo para nuestros suelos lo que puede ser otra ventaja de la aplicación de esta enmienda. Ambos valores de Ca fueron muy altos comparados con lo que se considera óptimo por este mismo autor. Estos altos valores están relacionados con las aplicaciones de carbonato calizo que se utilizan en estos suelos para mejorar su acidez natural. Ambos valores de Mg fueron bajos para estos suelos; aunque no significativamente diferente, el valor en las parcelas que recibieron gallinaza fue 31% superior al observado en las parcelas que no recibieron gallinaza. Este resultado sugiere que la gallinaza podría incrementar el Mg intercambiable en estos suelos, lo cual es un beneficio adicional del uso de esta enmienda al suelo.

En general, la aplicación de gallinaza como enmienda al suelo tuvo un efecto significativo en la altura y diámetro de la planta, redujo significativamente los días de siembra a florecida y aumentó significativamente el peso del racimo y el rendimiento por hectárea. Por otro lado, aumentó significativamente el contenido foliar de N y Ca medido a los siete meses de la siembra. El uso de nematicidas redujo significativamente el número de plantas caídas y aumentó el rendimiento del plátano Cuerno de Alce por hectárea. Por otro lado, no tuvo efecto significativo en los niveles foliares de nutrimentos. El uso de gallinaza no tuvo efecto en las propiedades químicas del suelo. Sin embargo, sabiendo que la utilización de enmiendas orgánicas ejerce influencia

en propiedades físicas y biológicas sería recomendable realizar investigación en esas áreas, especialmente en los suelos de la montaña que pueden mostrar limitaciones en estas propiedades.

LITERATURA CITADA

- Chavarría-Carvajal, J. A. y H. Irizarry, 1997. Rates, application intervals and rotation of four granular pesticides to control nematodes and the corn-weevil (*Cosmopolites sordidus* Germair) in plantain. *J. Agric. Univ. P.R.* 81(1-2):43-52.
- Departamento de Agricultura, 2010. Ingreso Bruto Agrícola de Puerto Rico. Oficina de Estadísticas Agrícolas. Estado Libre Asociado de Puerto Rico.
- Estación Experimental Agrícola, 1995. Conjunto Tecnológico para la Producción de Plátanos y Guineos. Publicación 97. Estación Experimental Agrícola, Universidad de Puerto Rico.
- Gauggel, C., D. Moran y E. Gurdian, 2003. Interrelations between the soil chemical properties and the banana plant root system. *En: Memorias del Simposio: Sistema radical del banana: hacia un mejor conocimiento para su manejo productivo.* San José, Costa Rica. 132-141.
- Goenaga, R. y H. Irizarry, 2006. Yield performance of two French-type plantain clones subjected to bunch pruning. *J. Agric. Univ. P.R.* 90(3-4):173-182.
- Irizarry, H. y J. Green, 1977. Pseudostem diameter as an index of relative bunch weight in plantains. *J. Agric. Univ. P.R.* 61(2):250-252.
- Irizarry, H., R. Goenaga y O. González, 2001. Characterization and grouping of plantain clones on the basis of their genomic constitution and morphological traits of economic importance. *J. Agric. Univ. P.R.* 85(3-4):105-126.
- Junta de Calidad Ambiental de Puerto Rico, 2004. Reglamento para el manejo de los residuos de empresas pecuarias. Reglamento Número 7656. Estado Libre Asociado de Puerto Rico.
- Karlen, D. L., G. H. Eric, S. A. Susan, A. C. Cynthia, W. M. David, D. D. Michael y P. M. Antonio, 2006. Crop rotation effects on soil quality at three Northern corn/Soybean belt locations *Agron. J.* 98:484-495.
- Martínez, G. A., V. Snyder, M. Vázquez, A. González y J. Guzmán, 2002. Factors affecting magnesium availability to plantain in highly weathered soils. *J. Agric. Univ. P.R.* 86(1-2):17-32.
- Muñiz Torres, O., 1992. Uso de fertilizantes en Puerto Rico. Enfoques prácticos. Guía Técnica. Servicio de Extensión Agrícola. Colegio de Ciencias Agrícolas. UPR 26 pp.
- Muñoz, M. A., 1992. Fertilización de plátanos y guineos con gallinaza. *En: Memorias Foro cultivo de plátanos y guineos.* Estación Experimental Agrícola, Universidad de Puerto Rico-Mayagüez. Pág. 40-47.
- National Resources Conservation Service (NRCS), 2010. Soil Organic Matter. United States Department of Agriculture. <http://soils.usda.gov>.
- O'Hallorans, J. M., M. Muñoz y O. Colberg, 1993. Effect of chicken manure on chemical properties of a Mollisol and tomato production. *J. Agric. Univ. P.R.* 77(3-4):181-191.
- Robinson, J. C., 1996. Bananas and plantains. *Crop Production Science in Horticulture.* Institute for Tropical and Subtropical Crops. South Africa. CAB International. 238 pp.
- Sotomayor-Ramírez, D. y G. Martínez, 2006. The status of phosphorus and other fertility parameters in soils of Puerto Rico. *J. Agric. Univ. P.R.* 90(3-4):145-157.
- Sotomayor-Ramírez, D., G. Martínez, R. Mylavavapu, O. Santana y J. Guzmán, 2004. Phosphorus soil test for environmental assessment in subtropical soils. *Communications Soil Science and Plant Analysis* 35(11-12):1485-1503.

