

RELACIÓN ENTRE EL VIGOR DEL CULTIVO DE BANANO (*Musa* AAA) CON LA SALUD Y DESARROLLO RADICAL, EN SUELOS ALUVIALES DEL ESTADO ARAGUA, VENEZUELA.

Rodríguez, G¹; Abreu, Y¹; Rey, J.C²; Lobo, D¹; Muñoz Nely¹.

(1) Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Maracay, Venezuela. (2) Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA-CENIAP). Maracay, Venezuela.

gusrodriguezy@gmail.com / rodriguezg@agr.ucv.ve

RESUMEN

Con el objeto de evaluar aspectos del desarrollo y salud radical en el cultivo de banano y su relación con el vigor de la planta, se realizó la presente investigación en dos (2) unidades de producción de banano destinadas al consumo nacional, ubicadas en la localidad de “San Mateo”, municipio Bolívar, estado Aragua, Venezuela. Se seleccionaron unidades de producción contrastantes en función de la productividad del cultivo, tomando dos lotes en cada una de ellas con una superficie de 1000 m² cada uno. Se evaluaron variables asociadas al vigor (altura del hijo de sucesión, circunferencia del pseudotallo de la planta madre y número de manos en el racimo), así como la salud (índice de raíces alimentadoras IFR) y desarrollo radical (peso radical, raíces funcionales, no funcionales y densidad radical). Los resultados indican que en el lote clasificado como de alta productividad se encontró el mayor vigor del cultivo así como las mejores características de desarrollo y salud radical, mientras que en el lote de baja productividad los valores resultaron considerablemente inferiores, existiendo diferencias estadísticamente significativas ($\alpha=0.05$) para la mayoría de las variables asociadas a estos parámetros. Al hacer las correlaciones entre las variables asociadas al vigor con el sistema radical, se obtuvieron estrechas relaciones entre la parte aérea de la planta y el sistema radical.

Palabras Clave: *Musa*, raíces, vigor, productividad.

INTRODUCCIÓN

En el cultivo de banano, el cambio y deterioro acelerado de los factores físicos, químicos y principalmente biológicos del suelo, han generado la aplicación de técnicas e insumos de alto costo. No obstante, en plantaciones comerciales de Latinoamérica y El Caribe, se ha registrado una marcada reducción en la productividad del cultivo en los últimos años (FONTAGRO, 2006).

Los métodos utilizados para medir la capacidad o potencial productivo de un suelo para el cultivo de banano, por lo general, no consideran los niveles o estados de la salud del suelo y son insuficientes para explicar las complejas interacciones del suelo y su rizosfera. Cabe destacar, que el factor biológico del suelo ha sido poco estudiado e investigado. En la actualidad, se considera fundamental para resolver la problemática del agotamiento y baja productividad de las plantaciones de banano. Igualmente, existe una relación directa entre la reducción de la productividad, pérdida de la calidad y salud del suelo, por el impacto adverso del sistema convencional de producción.

El enfoque de sanidad radical y del suelo, trata sobre la ecología de la planta en su ambiente y el desarrollo de técnicas producción sostenible en los cultivos. Este enfoque se ha venido desarrollando en diversos países donde se produce el cultivo de banano, mediante líneas de investigación dirigidas a generar soluciones con miras a mejorar las condiciones de suelo que afectan la salud y desarrollo radical.

Por otra parte, es importante señalar que la localidad de San Mateo, estado Aragua posee una superficie cultivada de banano de aproximadamente 82 ha, en esta zona, el cultivo de banano se mantiene como una actividad fundamental para sus habitantes. Además, existe una tradición en la producción del cultivo, caracterizada principalmente por presentar pequeñas unidades de producción.

En este sentido, se planteo como objetivo general de la investigación: Evaluar aspectos de salud y desarrollo radical en el cultivo banano (*Musa* AAA) en lotes de alta y baja productividad, en unidades de producción comercial pertenecientes al asentamiento campesino “San Mateo”, estado Aragua.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de la zona en estudio

El ensayo se realizó, en unidades de producción de banano destinado para consumo nacional, ubicadas dentro del asentamiento campesino “San Mateo”, municipio Bolívar, estado Aragua; perteneciente al Bosque Seco Tropical.

Selección de sitios de muestreo

Se seleccionaron dos unidades de producción, bajo el clon ‘Gran Enano’ las cuales poseían diferencias contrastantes en cuanto a productividad y vigor de la plantación. Para ello, se procedió a realizar un chequeo en campo de los parámetros asociados al vigor, siguiendo los criterios establecidos por Villalobos *et al.*, (2002) para el cultivo banano. Seguidamente, luego de definir los lotes, se seleccionaron áreas experimentales de 1000 m² en cada uno de ellos, tomando 2 repeticiones, las cuales representaron la unidad de muestreo. El manejo en las unidades de producción está basado en la aplicación de fertilizantes en 3 o 4 ciclos al año, riego por gravedad (surcos), control fitosanitario de enfermedades foliares con aplicaciones aéreas de fungicidas y aplicación de las prácticas culturales regulares que se realizan en el banano con fines de mercado interno.

Variables evaluadas en la parte aérea de la planta.

En 20 plantas por cada repetición, con racimos entre 14 a 16 semanas de edad, se evaluó el vigor de la planta mediante la determinación de las siguientes variables: Altura del Hijo, Perímetro del Pseudotallo de la Planta Madre y Número de Manos.

Variables evaluadas en raíces.

Se muestrearon 10 plantas recién florecidas en cada repetición, evaluando variables de desarrollo radical (peso radical, raíces funcionales, no funcionales y densidad radical) y de salud radical (índice FR), en esta ultima se empleó la metodología propuesta por Speijer y De Waele, (1997). Se abrieron hoyos de (13 x 13 x 30 cm) al frente del hijo de sucesión, siguiendo la metodología descrita en FONTAGRO (2006).

Análisis estadístico

Se realizó un ANAVAR al 5% de significancia y la prueba de medias de Duncan. Las relaciones entre las variables medidas en el suelo, la parte aérea de planta y el sistema radical fueron evaluadas a través del análisis de correlación lineal simple.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se observan los valores de las variables del cultivo evaluadas en las dos unidades de producción seleccionadas. Es importante señalar, que de acuerdo a los criterios propuestos por Villalobos *et al.*, (2002) y FONTAGRO, (2006) el lote de alta productividad (AP) se correspondió con un vigor Medio, mientras que en el lote de baja productividad (BP), el grado de vigor fue clasificado como Bajo.

Cuadro 1. Valores promedio de diferentes variables de desarrollo y productividad del cultivo de banano en los lotes evaluados.

LOTE	Población (Plantas/ha)	Circunferencia pseudotallo (cm)	Altura hijo sucesión (cm)	Nº manos/racimo	Peso Racimo (Kg)
Alta Productividad (AP)	2.166	79a	118a	10a	40a
Baja Productividad (BP)	2.292	51b	70b	6b	28b
P ≤ 0,05	ns	*	*	*	*
% CV AP	2,001	0,495	1,621	2,873	3,09
% CV BP	2,053	1,103	1,775	13,864	4,01

Al comparar las variables biométricas entre ambos lotes, se observa que el lote AP presentó 28 cm más de circunferencia del pseudotallo de la madre, 48 cm más en la altura del hijo resucesión, además de 4 manos más en el racimo. Igualmente, en cuanto al peso del racimo, la diferencia entre ambas fincas fue de 10,51 Kg. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Rodríguez *et al.*, (2006). Por otro lado, las diferencias en la productividad entre los lotes evaluados probablemente vienen dadas por el manejo agronómico aplicado en cada finca, en especial la fertilización. Igualmente, se encontró que a pesar de presentar algunas diferencias en ciertas características del suelo (Cuadro 2; Cuadros 3a y 3b), éstos son similares física y químicamente. A pesar de ello, al hacer un balance general, se encontraron mayores limitaciones en el suelo del lote de baja productividad (BP) con respecto al de alta productividad (AP). Para el caso de las propiedades físicas, las limitantes fueron los mayores valores de módulo de ruptura y resistencia a la penetración, así como menor infiltración y conductividad hidráulica saturada en el lote BP.

Cuadro 2. Valores promedio de las propiedades físicas medidas en los suelos de las fincas estudiadas

LOTE	Da (g.cm ⁻³)		EPT (%)		MR (kPa)		Infilt. (cm.h ⁻¹)		K sat (cm.h ⁻¹)		RP (kPa)	
	Prof. (cm)		Prof. (cm)		Prof. (cm)		Prof. (cm)		Prof. (cm)		Prof. (cm)	
	0-17	17-41	0-17	17-41	0-17	17-41	0-17	17-41	0-17	17-41	0-17	17-41
Alta Productividad	1,352	1,439	47,052	48,131	117,76	154,17	0,27	3,00	6,431	1,518	1,27a	6,36
Baja productividad	1,292	1,487	53,74	51,261	171,525	205,13	0,13	1,18	3,936	0,422	3,91b	6,48
P ≤ 0,05	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns

Prof: Profundidad; Da: Densidad aparente; EPT: Espacio Poroso Total; MR: Módulo de ruptura; Infilt: Infiltración; K sat: Conductividad hidráulica saturada; RP: Resistencia a la penetración. (*) Diferencias significativas con α 0,05;

Para las variables químicas estudiadas (Cuadros 3a y 3b) es común para ambos suelos estudiados los altos valores de pH y bajo contenidos de nutrientes, por lo cual, las limitaciones de orden físico sugieren estar causando efectos diferenciales en el comportamiento del cultivo, dada la similitud en la expresión de las variables químicas.

Cuadro 3a. Valores promedios de las propiedades químicas medidas en los suelos de las fincas estudiadas.

LOTE	pH		MO (%)		CE (ds.m ⁻¹)		NO ₃ (mg.Kg ⁻¹)	
	Prof. (cm)		Prof. (cm)		Prof. (cm)		Prof. (cm)	
	0-17	17-41	0-17	17-41	0-17	17-41	0-17	17-41
Alta Productividad	8,57	8,61	1,86b	2,04	0,21	0,23	12,06	16,63
Baja Productividad	8,64	8,72	4,37a	3,28	0,42	0,26	17,19	8,29
P ≤ 0,05	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns

Prof: Profundidad; (*) Diferencias significativas con α 0,05;

Cuadro 3b. Valores promedios de las propiedades químicas medidas en los suelos de las fincas estudiadas.

LOTE	P (mg. L ⁻¹)		K (cmol. L ⁻¹)		Ca (cmol. L ⁻¹)		Mg (cmol. L ⁻¹)		Na (cmol. L ⁻¹)	
	Prof. (cm)		Prof. (cm)		Prof. (cm)		Prof. (cm)		Prof. (cm)	
	0-17	17-41	0-17	17-41	0-17	17-41	0-17	17-41	0-17	17-41
Alta Productividad	39,50	39,00	0,11	0,11	8,78	6,81	0,96b	0,90	0,56a	0,47
Baja Productividad	80,5	44,00	0,19	0,15	12,99	11,51	1,82a	1,21	0,39b	0,59
P ≤ 0,05	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	*	ns

Prof: Profundidad; MO: Materia Orgánica; CE: Conductividad Eléctrica; NO₃: Nitrato; (*) Diferencias significativas con α 0,05;

RESULTADOS OBTENIDOS DEL MUESTREO REALIZADO EN LAS RAÍCES DEL CULTIVO

Los resultados se muestran en el Cuadro 4. El peso radical presentó diferencias significativas, siendo mayor en el lote de alta productividad (75,8 g) con respecto al de baja productividad (28,98 g). Serrano (2003) indica que cuando el peso radical es menor de 43 g/planta, el porcentaje de raíz funcional y la productividad disminuyen, siendo considerado entonces como valor crítico de referencia para el cultivo de banano.

Con respecto a densidad radical, fue mayor para el lote AP (14,95 mg/cm³) y menor en el BP (5,71 mg/cm³) existiendo diferencias significativas entre los lotes evaluados. Es importante mencionar que la tendencia de los resultados coincide con los encontrados por Rodríguez y Lobo (2004). En cuanto al peso de raíz funcional y no funcional, se encontraron diferencias significativas entre lotes solo para la primera de ellas, siendo dicho valor mayor en el lote AP (75,09 g) comparado al lote BP (26,01 g). Igualmente, el porcentaje de raíz funcional presentó diferencias significativas entre lotes y fue superior en AP (99%), siendo menor en el lote BP (89%). Resultados similares son reportados por Rodríguez *et al.*, (2006).

Con relación a la salud radical, evaluada de acuerdo al índice de salud de raíces alimentadoras (IFR), a pesar de no encontrar diferencias estadísticamente significativas entre lotes, se observa en el de alta productividad que las raíces presentaron un índice 2, es decir, la mayoría de las raíces se encuentran en buen estado de salud. Por otro lado, el lote de baja productividad presentó un IFR con valor 3, lo cual indica que la mayoría de las raíces secundarias y terciarias se encuentran en mal estado de salud.

Cuadro 4. Valores promedio de las variables inherentes al desarrollo radical evaluadas en las unidades de producción seleccionadas.

LOTE	Peso radical (g)	Densidad radical (mg/cm ³)	Peso raíz funcional (g)	Peso raíz no funcional (g)	Índice FR	% Raíz funcional	% Raíz no funcional
BUENO	75,84a	14,95a	75,09a	0,75	2,15	99a	0,99b
POBRE	28,98b	5,71b	26,01b	2,97	3,05	89,24b	10,76a
P ≤ 0,05	*	*	*	ns	ns	*	*
% CV BUENO	1,866	12,58	1,887	1,885	16,444	0,369	36,765
% CV POBRE	5,416	10,09	11,744	4,99	2,318	3,382	28,046

(*) Diferencias significativas con α 0,05;

RELACION ENTRE EL VIGOR Y EL DESARROLLO Y SALUD RADICAL

Para la mayoría de las variables evaluadas en el sistema radical, las variables grosor del pseudotallo y número de manos presentaron coeficientes de correlación elevados (valores superiores a 0,95), mientras que en el perímetro del pseudotallo los valores fueron inferiores a 0,75. (Cuadro 5). Observando las variables del sistema radical, aquellas que presentaron mayor correlación con respecto a las variables asociadas al vigor vegetativo del cultivo fueron: el peso radical, peso de las raíces funcionales e índice de raíces alimentadoras. Estas son características del sistema radical de

fácil determinación en campo, que permiten obtener información valiosa del cultivo en cuanto a su capacidad de absorción de agua y nutrimentos, sanidad, capacidad de exploración y anclaje.

Cuadro 5. Valores de coeficientes/probabilidades entre las variables evaluadas en el sistema radical y variables del cultivo. Correlación de Pearson.

VARIABLES	Circ. Madre	Alt. Hijo	Nº Manos	PR	PRNF	IFR
Circ. Madre	1	0,11	0,02	0,04	0,16	0,07
Alt. H	0,89	1	0,1	0,25	0,38	0,28
Nº Manos	0,98	0,9	1	0,05	0,29	0,05
PR	0,96	0,75	0,95	1	0,19	0,01
PRF	0,96	0,75	0,95	1	0,17	0,01
PRNF	-0,84	-0,62	-0,71	-0,81	1	0,27
IFR	-0,93	-0,72	-0,95	-0,99	0,73	1
%RF	0,96	0,78	0,88	0,93	-0,96	-0,88
%RNF	-0,96	-0,78	-0,88	-0,93	0,96	0,88

PR: peso radical, PRNF: peso raíz no funcional, IFR: índice raíces alimentadoras, % RF: porcentaje raíz funcional, % RNF: porcentaje raíz no funcional.

CONCLUSIONES

En el lote de alta productividad se registraron los mejores indicadores de desarrollo y salud radical, así como el mayor vigor al cultivo. Las variables grosor del pseudotallo y número de manos presentaron una mejor correlación con respecto a las variables evaluadas en el sistema radical. Las variables peso radical y peso de raíces funcionales obtuvieron los coeficientes de correlación más elevados con respecto al vigor del cultivo. Las limitantes físicas del suelo para el lote pobre comparadas con el lote bueno, parecen determinar la diferencia en la productividad y desarrollo radical en los suelos estudiados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FONTAGRO 2006. (Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria). Proyecto: Innovaciones tecnológicas para el manejo y mejoramiento de la calidad y salud de los suelos bananeros de América Latina y el Caribe. Ed: INIBAP, CATIE, CORBANA, INIA, IDIAP, IDIAF, CEDAF. Pp. 4-8.

Rodríguez, G; Lobo, D. 2004. Desarrollo y distribución de raíces en tres clones de musáceas y su relación con las propiedades de un suelo lacustrino de la Cuenca del Lago de Valencia. Revista de la Facultad de Agronomía Universidad del Zulia. Venezuela. 24 (1): 117-127.

Rodríguez, G; Núñez, M; Lobo, D; Martínez, G; Rey, J; Espinoza, J; Muñoz, N; González, M; Rosales, F; Pocasangre, L; Delgado, E. 2006. Salud radical de banano en lotes de diferente productividad en un suelo de la Costa Oriental del Lago de Maracaibo, Venezuela. En: Memorias XVII Reunión ACORBAT. Joinville-Santa Catarina. Brasil. p. 355.

Serrano, E. 2003. Relación entre los contenidos de raíz funcional y la productividad de banano en Costa Rica. En: Symposium Internacional Sistema Radical del Banano. San José, Costa Rica. 61p.

Speijer, P; De Waele, D. 1997. Screening of *Musa* Germplasm for resistance and tolerance to nematodes. INIBAP Technical Guidelines. Montpellier, France. pp. 35-36.

Villalobos, C; Pérez, L; Sandoval, J. 2002. Caracterización vegetativa y productiva de ocho cultivares de banano del subgrupo Cavendish (*Musa* AAA). San José, Costa Rica. Revista CORBANA 28 (55): 13-26.