

# Desarrollo y producción del plátano Dominico–Hartón (*Musa* AAB Simmonds) en diferentes densidades y arreglos de siembra

Dominico–Hartón plantain (*Musa* AAB Simmonds) development and yield using different densities and planting arrangements

Gerardo Cayón S.<sup>1</sup>; Jorge A. Valencia M.<sup>2</sup>; Huberto Morales O.<sup>2</sup> y Argemiro Domínguez V.<sup>2</sup>

**Resumen:** La densidad de población en el cultivo del plátano está condicionada por la distancia entre surcos y por el número de plantas en cada sitio de producción, y es un parámetro que influye positiva o negativamente sobre los rendimientos. En el Centro de Investigación “El Agrado”, localizado en Montenegro, Quindío, a 1.310 m.s.n.m. y con 1.985 mm de precipitación anual, se evaluaron 21 arreglos de siembra basados en la relación de distancias entre surcos y sitios, bajo el diseño experimental de bloques completos al azar, con 21 tratamientos, tres repeticiones y 12 plantas por repetición. Las densidades de 1.500 a 3.000 plantas·ha<sup>-1</sup> no afectaron el crecimiento y desarrollo del cultivo en el primer ciclo de producción; tampoco se presentaron diferencias estadísticas significativas entre las densidades para los períodos de siembra a floración, floración a cosecha, y siembra a cosecha. En los arreglos con densidades de 1.500 a 2.500 plantas·ha<sup>-1</sup> se obtuvieron racimos con pesos comercialmente aceptables, mientras que en densidades superiores a 2.750 plantas·ha<sup>-1</sup> el peso promedio de los racimos se redujo drásticamente (22%). El rendimiento real, calculado con base en el porcentaje de cosecha, registró una relación directamente proporcional con la densidad de siembra. Para una misma densidad poblacional, el arreglo de siembra más productivo se obtuvo con una relación de distancias entre surcos y sitios de 2:1. Se establecieron dos modelos lineales para estimar las variables de producción en función de las densidades y arreglos de siembra.

**Palabras clave:** Crecimiento, rendimiento, modelos lineales.

**Abstract:** Plantain population density is conditioned by distance between planted rows and number of plants per production site, both positively or negatively influencing yield. 21 planting arrangements were evaluated at “El Agrado” Research Centre located in Montenegro, Quindío department (1,310 meters above sea level, 1,985 mm rainfall) based on distance between furrows and sites, using a completely randomised block design having three repetitions and 12 plants per repetition. Densities ranging from 1,500 to 3,000 plants·ha<sup>-1</sup> did not affect crop growth or development during the first production cycle. No statistically significance differences were presented amongst densities for sowing to flowering, flowering to harvest and sowing to harvest periods. A 1,500 to 2,500 plants·ha<sup>-1</sup> density yielded plantain bunches having acceptable commercial weight, whereas bunch weight became severely reduced (22% less) in densities over 2,750 plants·ha<sup>-1</sup>. Real yield was calculated on harvest percentage; a directly proportional relationship was shown with planting density. The best planting arrangement was obtained with a 2:1 furrow to site ratio for the same population density. Two linear models were established for estimating production variables regarding density and planting arrangement.

**Key words:** Growth, production, linear models.

## Introducción

LA DENSIDAD DE LOS CULTIVOS ejerce una gran influencia sobre el crecimiento y desarrollo de cada planta debido

a la competencia por luz que se genera dentro de la comunidad (Cayón, 1992). El manejo de la densidad poblacional es un método básico para controlar la cantidad de luz que reciben los cultivos; ésta puede ser modifica-

Fecha de recepción: 23 de febrero de 2004.  
Aceptado para publicación: 27 de mayo de 2004.

- 1 Profesor Asociado, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. e-amil: dgcaions@unal.edu.co
- 2 Investigadores, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria –CORPOICA–, Armenia.

da mediante arreglos de siembra en cuadro o triángulo, así como por el manejo de las distancias entre plantas e hileras. En general, se obtienen producciones altas por unidad de área como consecuencia del uso eficiente de la luz durante las etapas iniciales del crecimiento de los cultivos; no obstante, con densidades altas, el rendimiento puede disminuir por la competencia de luz, la pérdida excesiva de agua por transpiración y ataques severos de plagas y enfermedades (Cayón, 1992).

La densidad de población en el cultivo del plátano está condicionada por la distancia entre surcos y el número de plantas por cada sitio de producción, e influye de manera positiva o negativa en las fases de desarrollo y producción del cultivo. Varios estudios han demostrado que la densidad de población en el cultivo del plátano puede incrementarse hasta 3.333 plantas/ha sin que se afecten el rendimiento y la calidad del producto, lo que contribuye a mejorar substancialmente la rentabilidad; por otra parte, a medida que se incrementa la densidad, la vida útil de las plantaciones se reduce en forma marcada (Belalcázar *et al.*, 1994). Los objetivos del estudio fueron evaluar el efecto de las distancias entre surcos y sitios sobre el desarrollo de la planta, definir los mejores arreglos de siembra del plátano en monocultivo y establecer la densidad de población apropiada para obtener rendimientos altos que contribuyan a mejorar substancialmente la rentabilidad del sistema de producción.

## Materiales y métodos

El experimento se realizó en el Centro Experimental “El Agrado”, situado en el municipio de Montenegro, departamento del Quindío, localizado a 4° 28' de latitud norte y 75° 49' de longitud oeste, con altitud de 1.310 m.s.n.m., temperatura media anual de 21° C, precipitación anual de 1.985 mm y humedad relativa media del 80%, condiciones que corresponden al bosque muy húmedo subtropical (bmh-ST). El suelo del campo experimental presentó textura franco-arenosa, pH 6,0 y 5,7% de materia orgánica.

Se evaluaron 21 arreglos de siembra basados en la relación de distancias entre surcos y sitios, donde el área de las parcelas experimentales y el número de plantas por parcela variaron de acuerdo con la distancia empleada (Tabla 1). Se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar, con 21 tratamientos, tres repeticiones y 12 plantas por repetición. Al momento de la emisión de la inflorescencia, se determinó el crecimiento en altura de la planta, el perímetro del pseudotallo, el número

de hojas presentes, y la duración de los períodos de siembra a floración (S-F), siembra a cosecha (S-C) y llenado de los frutos (F-C); en la cosecha se registró el peso del racimo y el número de dedos.

Con los datos de producción generados se estimaron los rendimientos potencial y real por hectárea; además, se definió una variable para analizar el efecto integral de la densidad poblacional y del arreglo espacial de siembra, para lo cual se estableció, en cada tratamiento, la superficie (S) y el perímetro (P) correspondiente a cada arreglo de siembra y se calculó la relación superficie/perímetro (S/P) (Tabla 1). Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y las medias se compararon mediante la prueba de rango múltiple de Duncan ( $P < 0,05$ ). Se analizaron los modelos más apropiados según la relación S/P y los rendimientos potencial y real, a fin de estimar el rendimiento del cultivo en función de las densidades y arreglos de siembra.

**Tabla 1.** Densidades de población y arreglos de siembra en parcelas experimentales de plátano Dominico-Hartón.

Tratamientos	Densidad (plantas-ha <sup>-1</sup> )	Distancias (m) (surcos : sitio)	Relación distancias (surcos : sitio)	Relación S/P
1	1.500	2,6 : 2,6	1,0 : 1,0	0,65
2		3,2 : 2,1	1,5 : 1,0	0,63
3		3,7 : 1,8	2,0 : 1,0	0,61
4	1.750	2,4 : 2,4	1,0 : 1,0	0,60
5		3,0 : 2,0	1,5 : 1,0	0,60
6		3,4 : 1,7	2,0 : 1,0	0,57
7	2.000	2,2 : 2,2	1,0 : 1,0	0,55
8		2,7 : 1,8	1,5 : 1,0	0,54
9		3,2 : 1,6	2,0 : 1,0	0,53
10	2.250	2,1 : 2,1	1,0 : 1,0	0,53
11		2,6 : 1,7	1,5 : 1,0	0,51
12		3,0 : 1,5	2,0 : 1,0	0,50
13	2.500	2,0 : 2,0	1,0 : 1,0	0,50
14		2,5 : 1,6	1,5 : 1,0	0,49
15		2,8 : 1,4	2,0 : 1,0	0,47
16	2.750	1,9 : 1,9	1,0 : 1,0	0,48
17		2,3 : 1,6	1,5 : 1,0	0,47
18		2,7 : 1,4	2,0 : 1,0	0,46
19	3.000	1,8 : 1,8	1,0 : 1,0	0,45
20		2,3 : 1,5	1,5 : 1,0	0,45
21		2,6 : 1,3	2,0 : 1,0	0,43

S = superficie de la parcela (m<sup>2</sup>). P = perímetro de la parcela (m). S/P = relación superficie/perímetro.

## Resultados y discusión

En la evaluación de densidades y arreglos de siembra, que cubrieron un rango de 1.500 a 3.000 plantas·ha<sup>-1</sup>, (Tabla 2), no se observaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para las variables de crecimiento (altura de la planta y perímetro del pseudotallo al momento de floración) y desarrollo (períodos de siembra a floración, siembra a cosecha y llenado del racimo). Los resultados correspondientes al efecto de la interacción densidad y arreglo espacial sobre la producción (Tabla 3) indican que las densidades entre 1.500 y 2.500 plantas·ha<sup>-1</sup> permiten obtener racimos de buen peso y calidad, observándose que las densidades superiores a 2.750 plantas·ha<sup>-1</sup> presentaron los menores pesos de racimos, en contraste con lo registrado en las

parcelas de densidades menores. Esto concuerda con varios estudios en plátano, los cuales demostraron que el incremento de la densidad de plantas por unidad de superficie, al acortar las distancias entre surcos y entre sitios, ocasiona una reducción en el peso del racimo y el porcentaje de plantas cosechadas, y una prolongación de los ciclos vegetativo y reproductivo de las plantas (Añez *et al.*, 1989; Nava y Sosa, 1984; Belalcázar *et al.*, 1994; Echeverry y García, 1981; Cayón *et al.*, 1995).

La estimación de los rendimientos potencial y real en t·ha<sup>-1</sup> mostró que existe un incremento significativo a medida que aumentó la densidad de población del cultivo de plátano (Tabla 3). Este comportamiento del rendimiento estimado del cultivo confirma lo observado en trabajos previos con plátano y banano, en los que

**Tabla 2.** Influencia de la densidad de población y distancias de siembra sobre el crecimiento y desarrollo del plátano Dominico-Hartón.

Tratamientos	Densidad (plantas·ha <sup>-1</sup> )	Distancias (m) (surcos : sitio)	Altura planta (m)	Perímetro pseudotallo (m)	Períodos (meses)		
					S-F	F-C	S-C
1	1.500	2,6 x 2,6	3,2	0,6	11,9	3,9	15,8
2		3,2 x 2,1	3,2	0,5	11,9	4,1	16,0
3		3,7 x 1,8	3,2	0,6	11,7	4,2	15,9
4	1.750	2,4 x 2,4	3,2	0,6	11,8	4,2	14,9
5		3,0 x 2,0	3,2	0,5	11,4	4,5	15,9
6		3,4 x 1,7	3,2	0,6	11,5	4,1	14,5
7	2.000	2,2 x 2,2	3,3	0,6	12,0	3,4	15,4
8		2,7 x 1,8	3,3	0,5	10,6	4,5	15,7
9		3,2 x 1,6	3,2	0,5	10,8	4,3	15,5
10	2.250	2,1 x 2,1	3,3	0,5	11,2	4,3	15,5
11		2,6 x 1,7	3,3	0,6	11,2	4,6	15,8
12		3,0 x 1,5	3,3	0,5	11,6	4,3	15,5
13	2.500	2,0 x 2,0	3,1	0,5	11,0	4,7	15,6
14		2,5 x 1,6	3,2	0,5	11,5	4,3	15,7
15		2,8 x 1,4	3,3	0,6	10,9	4,2	15,2
16	2.750	1,9 x 1,9	3,4	0,5	10,7	4,6	15,3
17		2,3 x 1,6	3,3	0,6	11,7	4,2	16,0
18		2,7 x 1,4	3,3	0,5	12,2	3,9	16,0
19	3.000	1,8 x 1,8	3,3	0,6	12,3	4,2	16,5
20		2,3 x 1,5	3,3	0,6	11,8	4,0	15,8
21		2,6 x 1,3	3,4	0,5	11,7	4,1	15,8
C.V. (%)			4,2	8,2	7,6	9,8	5,6
F (Tratamientos)			n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

S-F: siembra a floración; F-C: floración a cosecha; S-C: siembra a cosecha.  
n.s.: Prueba F no significativa (P<0,05).

densidades bajas indujeron la producción de racimos más grandes y pesados; no obstante, al incrementarse la población, aumentaron los rendimientos en términos absolutos aunque se redujo el tamaño del racimo (Simmonds, 1973; Añez *et al.*, 1989; Robinson y Singh, 1974; Irizarry *et al.*, 1975).

Cuando se consideraron, de manera individual, la influencia de la densidad y el arreglo de siembra sobre las variables de producción (Tabla 4), se observó que el peso promedio del racimo no se vio afectado por el aumento de la densidad hasta 3.000 plantas·ha<sup>-1</sup>, lo cual muestra el enorme potencial productivo de los sistemas de densidades altas sin reducción del peso del racimo. Los rendimientos potencial y real (t·ha<sup>-1</sup>) mostraron una respuesta

**Tabla 3.** Influencia de la interacción densidad-arreglo de siembra sobre la producción del plátano Dominico-Hartón.

Densidad (plantas·ha <sup>-1</sup> )	Distancias (m) (surcos : sitio)	Relación S/P	Peso racimo (kg)	Rendimiento (t·ha <sup>-1</sup> )	
				Potencial	Real
1.500	2,6 x 2,6	0,65	14,6 ab	21,7 ef	5,9 g
	3,2 x 2,1	0,63	12,4 bc	18,6 f	15,5 f
	3,7 x 1,8	0,61	13,7 ab	20,6 ef	15,8 f
1.750	2,4 x 2,4	0,60	13,5 ab	23,6 e	16,5 f
	3,0 x 2,0	0,60	12,0 bc	21,1 ef	15,6 f
	3,4 x 1,7	0,57	14,0 ab	24,6 e	20,2 ef
2.000	2,2 x 2,2	0,55	14,7 ab	29,4 de	20,1 ef
	2,7 x 1,8	0,54	14,6 ab	29,3 de	26,3 e
	3,2 x 1,6	0,53	13,4 ab	26,9 e	25,2 e
2.250	2,1 x 2,1	0,53	12,7 bc	28,5 e	23,8 e
	2,6 x 1,7	0,51	14,0 ab	31,4 de	24,0 e
	3,0 x 1,5	0,50	15,9 a	35,9 b	30,5 d
2.500	2,0 x 2,0	0,50	14,0 ab	35,2 bc	31,6 cd
	2,5 x 1,6	0,49	12,4 bc	31,1 de	30,1 d
	2,8 x 1,4	0,47	13,7 ab	34,3 cd	34,3 b
2.750	1,9 x 1,9	0,48	11,9 bc	32,9 cd	32,9 cd
	2,3 x 1,6	0,47	11,4 c	31,4 de	30,4 d
	2,7 x 1,4	0,46	13,2 b	36,4 b	32,5 c
3.000	1,8 x 1,8	0,45	13,1 bc	39,4 a	35,6 a
	2,3 x 1,5	0,45	14,2 ab	42,8 a	41,4 a
	2,6 x 1,3	0,43	11,8 bc	35,3 bc	34,0 b
C.V. (%)			11,0	10,6	15,5
F (Densidades)			*	*	*

S/P: relación superficie/perímetro.

\* Prueba F significativa (P<0,05).

Datos con letras distintas son significativamente diferentes según la prueba de Duncan (P< 0,05).

**Tabla 4.** Influencia de la densidad de población y el arreglo de siembra sobre la producción del plátano Dominico-Hartón.

Densidad (plantas·ha <sup>-1</sup> )	Peso racimo (kg)	Rendimiento (t·ha <sup>-1</sup> )	
		Potencial	Real
1.500	13,5	20,3 c	15,7 c
1.750	13,2	23,1 c	17,5 c
2.000	14,3	28,5 bc	23,9 bc
2.250	14,2	31,9 b	26,1 b
2.500	13,4	33,5 b	32,0 ab
2.750	12,2	33,6 b	31,9 ab
3.000	13,0	39,1 a	37,0 a
C.V. (%)	10,6	10,4	15,3
F (Densidades)	n.s.	**	**
Relación distancias (surcos : sitio)			
1 : 1	13,5	30,1	25,2
1,5 : 1	13,0	29,4	26,2
2 : 1	13,7	30,5	27,5
F (Densidades)	n.s.	n.s.	n.s.

\*\* Prueba F significativa (P<0,01).

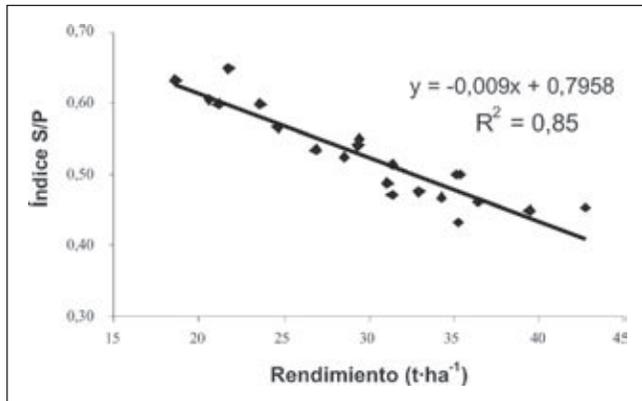
n.s.: Prueba F no significativa.

Datos con letras distintas son significativamente diferentes según la prueba de Duncan (P< 0,05)

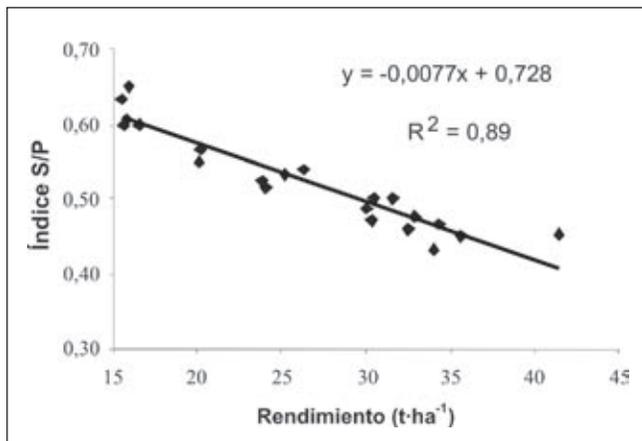
directa y proporcional a la densidad utilizada, registrándose diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. La mayor producción se alcanzó en la densidad de 3.000 plantas·ha<sup>-1</sup>, seguida por la producción en el rango de densidades entre 2.000 y 2.750 plantas·ha<sup>-1</sup>. Los rendimientos más bajos se obtuvieron en las menores densidades evaluadas. Al establecer el efecto del arreglo de siembra sobre el peso promedio del racimo y el rendimiento potencial y real, no se observaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, lo cual indica que el arreglo espacial, por sí solo, no tiene un efecto diferencial sobre estas variables.

Las Figuras 1 y 2 presentan los modelos de regresión lineal obtenidos entre el índice S/P y los rendimientos potencial y real estimados, los cuales demuestran la correlación inversa, altamente significativa, entre estas variables; ello indica que se puede esperar un aumento notable del potencial productivo del plátano a medida que se incrementa la densidad poblacional del cultivo y se utilizan arreglos de siembra caracterizados por distancias amplias entre surcos y cortas entre sitios de siembra. Además, estos modelos permiten calcular el rendimiento del cultivo en función de la densidad de

población y el arreglo de siembra del cultivo cuando, por características de la zona de producción, sea necesario variar las prácticas tradicionales de establecimiento del cultivo de plátano Dominico-Hartón.



**Figura 1.** Asociación entre el índice S/P y el rendimiento potencial.



**Figura 2.** Asociación entre el índice S/P y el rendimiento real.

Con base en estos resultados, se recomienda que, en estudios futuros con materiales nuevos y promisorios de plátano o con sistemas de producción asociados e intercalados con otros cultivos, se evalúe el comportamiento productivo, considerando como factores la densidad poblacional, el arreglo espacial y el efecto de la interacción densidad-arreglo de siembra, mediante el índice S/P. También, sería de gran utilidad práctica analizar el efecto de las densidades y arreglos de siembra sobre la secuencia de los ciclos de producción

y duración de las unidades productivas en las plantaciones comerciales de plátano.

## Bibliografía

**Añez, B.; E. Tavera y J.A. Salas. 1989.** Efecto de la distancia entre hileras sobre la producción de plátano. En: Añez, B.; C. Nava; L. Sosa y R. Jaramillo (eds.), ACORBAT - Memorias IX Reunión de la Asociación para la Cooperación en Investigación de Banano en el Caribe y en América Tropical (ene. 1989, Mérida). Maracaibo, Venezuela. pp. 457-471.

**Belalcázar, S.; J.A. Valencia y M.I. Arcila. 1994.** Estudio sobre densidades de población en plátano clon Domico-Hartón (*Musa AAB*, Simmonds) en Colombia. En: Contreras, M.A.; J.A. Guzmán y L.R. Carrasco. (eds.), ACORBAT - Memorias X Reunión de la Asociación para la Cooperación en Investigación de Banano en el Caribe y en América Tropical (oct. 1991, Tabasco, México). CORBANA, San José, Costa Rica. pp. 535-548.

**Cayón, G. 1992.** Fotosíntesis y productividad de cultivos. Revista Comalfi 19 (2), 23-31.

**Cayón, D.G.; J.E. Lozada y S. Belalcázar. 1995.** Respuestas fisiológicas del plátano Dominico-hartón (*Musa AAB* Simmonds) en densidades altas de siembra. En: Vicky Morales Soto (ed.), ACORBAT Memorias XI Reunión de la Asociación para la Cooperación en Investigación de Banano en el Caribe y en América Tropical (nov. 1994, San José). ACORBAT. San José, Costa Rica. pp. 687-699.

**Echeverry, L.M. y R.F. García. 1981.** Influencia del número de colinos por sitio en el momento de la siembra sobre la producción de plátano. Revista Cenicafé 32 (4), 114-121.

**Irizarry, H.; J.J. Green e I. Hernández. 1975.** Effect of density on yields and other quantitative characters of maricongo plantain (*Musa acuminata* AAA x *Musa balbisiana* AAB). Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 59 (4), 245-254.

**Nava, C. y L. Sosa. 1984.** Efecto de la densidad de siembra en la producción de plátanos. Jornadas Agronómicas, Universidad del Zulia, Venezuela. 84 (11), 23-28.

**Robinson, J.B.D. y J.M. Singh. 1974.** Effect of spacing on banana yield in Fidji. Research División Department of Agriculture, Fidji. Agricultural Journal 36 (1), 1-5.

**Simmonds, N.W. 1973.** Los plátanos. Esteban Rimban (Trad.). Editorial Blume, Barcelona. 539 p.