

## Evaluación del crecimiento y el rendimiento de *Coffea canephora*, Pierre ex Froehner en diferentes densidades de plantación cultivado en las condiciones de La Alcarraza en el macizo montañoso Nipe-Sagua-Baracoa<sup>1</sup>

Rolando Viñals-Núñez\*, Wilfredo Díaz-Hernández\*\*, Rogelio Ramos-Hernández\*, Rafael Camejo-Otero\* y Alberto Pérez-Díaz\*\*\*

### Resumen

Con el objetivo de determinar la influencia que sobre algunos parámetros del crecimiento y el rendimiento tiene el empleo de diferentes densidades de plantación en *Coffea canephora*, se desarrolló un experimento en el área de investigaciones científico-técnicas de La Alcarraza, municipio de Sagua de Tánamo, perteneciente a la Estación de Investigaciones de Café y Cacao de Velasco, provincia de Holguín. Los cafetos fueron plantados sobre un suelo Pardo Gleyzoso sin carbonatos, a 300 msnm, y las parcelas fueron dispuestas en un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas. Se utilizaron cuatro distancias de plantación: 3,5 m x 3,5 m; 3 m x 3 m; 3 m x 2 m y 3 m x 1,5 m que constituyeron los tratamientos. Se realizaron evaluaciones de la altura, diámetro de la copa, diámetro del tallo y número de ramas a los cafetos, y se determinó el rendimiento de tres cosechas. A los datos obtenidos se les realizó análisis de varianza de clasificación doble y prueba de rangos múltiples de Duncan en los casos necesarios. La variación de la densidad de plantación no provocó un efecto significativo sobre la altura de los cafetos. Los mayores valores para las variables diámetro de la copa, diámetro del tallo y número de ramas productivas se alcanzaron con los menores espaciamientos de los cafetos. El incremento de la densidad de plantación produjo un efecto significativo sobre el rendimiento y logró un efecto económico de \$ 8770,59 por hectárea para la distancia de 3 m x 1,5 m.

### Abstract

With the objective of determining the influence that it has more than enough some parameters of the growth and yield has the employment of different plantation densities in *Coffea canephora*, was developed an experiment in the area of investigations Scientist-Techniques of The Alcarraza, municipality Sagua de Tánamo, belonging to the Estación de Investigaciones de Café y Cacao of Velasco, Holguín province. The coffees were planted on a Brown gleyed soil without carbonates at 300 msnm and the parcels were prepared at randomized blocks design with four replicates. Four plantation distances were used: 3.5 m x 3.5 m; 3 m x 3 m; 3 m x 2 m and 3 m x 1.5 m that constituted the treatments. They were carried out evaluations of the height, diameter of the glass, diameter of the shaft and number of branches to the coffees and the yield of three crops was determined. To the obtained data was carried out a variance analysis of double classification and Duncan test of multiple ranges in the necessary cases. The variation of the plantation density didn't cause a significant effect on the height of the coffees. The biggest values for the variable diameter of the glass, diameter of the shaft and number of productive branches were reached with the smallest spacing's in the coffees. The increment of the plantation density produced a significant effect on the yield and it achieved an economic effect of \$8770.59 per hectare for the distance of 3 m x 1.5 m.

Palabras clave: densidad, *Coffea canephora*, rendimiento, crecimiento.

Key words: density, *Coffea canephora*, yield, growth.

<sup>1</sup> Recibido: 20/6/2011.

Aprobado: 2/11/2011

\* Estación Experimental Agro-Forestal UCTB Velasco, Holguín, tierra.velasco@eimahlg.cu

\*\* Estación Experimental Agro-Forestal UCTB Tercer Frente, Santiago de Cuba

\*\*\* Centro de Desarrollo fr la Montaña. Guantánamo

## Introducción

El *Coffea canephora* constituye la segunda especie de importancia económica, no solo por el volumen de producción, sino por el área cultivable, tanto en Cuba como en el resto del mundo. En nuestro país el cultivo de cafetos de la especie *C. canephora* se extiende a regiones que presentan limitaciones para los cafetos arábigos, principalmente porque se encuentran en zonas afectadas por la presencia de nemátodos, por estar ubicadas por debajo de los 400 msnm, o porque en general responden a condiciones edafológicas y climáticas que no se ajustan al desarrollo de cafetos de la especie *Coffea arabica* (Grave de Peralta y col., 1998).

Entre las ventajas del uso de la especie *C. canephora* se cita la potencialidad productiva de estos cafetos que puede llegar a rendimientos entre 1,5 y 2 t/ha de café comercial (Charrier, 1982). En Cuba, Cabrera y col. (1998) obtuvieron rendimientos promedios de 1,54 t/ha de café oro en clones seleccionados de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner en las condiciones de Tercer Frente.

El café Robusta manifiesta resistencia o tolerancia a ciertas plagas y enfermedades, resistencia a la sequía y tiene la posibilidad de propiciar híbridos de interés entre esta y las variedades de *Coffea arabica* (López y col., 1993).

El sistema de manejo empleado en Cuba no es el recomendado para esta especie, pues no se tiene en cuenta que el patrón de crecimiento y productivo no es el mismo que para el Arábico.

Una de las actividades técnicas a cumplimentar para el manejo del *C. canephora* lo constituye la densidad de plantación por su marcada influencia en los rendimientos por área, la que dependerá de numerosos factores como la especie, la variedad o clon, fertilidad y pendiente del suelo, sombreado, sistemas de poda y de cultivo, entre otros. La especie, y dentro de ella la variedad, tienen un papel fundamental a la hora de establecer el número de plantas por unidad de superficie.

Deuss y Descroix (1984) establecen que la densidad óptima para el cafeto varía según la región, la que debe ser menor cuando la pluviosidad sea abundante y los suelos sean más fértiles. Se tienen reportes de estudios realizados para conocer su influencia sobre las variables morfológicas y el rendimiento del *Coffea arabica* L. (Srinivasan, 1990; Nápoles, 1990; Soto, 1991 y Njoroge y col., 1992); pero en este sentido los resultados con que

se cuenta para el *C. canephora* son incipientes, señalándose los estudios de Paulino y col. (1981) y Ortiz (1993).

El objetivo de esta investigación fue conocer el efecto de la utilización de diferentes densidades en nuevas plantaciones de la especie *Coffea canephora* Pierre ex Froehner sobre algunas variables morfológicas y el rendimiento.

## Materiales y métodos

El experimento se desarrolló en el área de investigaciones de La Alcarraza, municipio de Sagua de Tánamo, provincia de Holguín, perteneciente a la Estación de Investigaciones de Café y Cacao de Velasco, Holguín. Se utilizaron posturas de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner producidas por esquejes, las que se plantaron en septiembre de 1997 en un suelo Pardo Gleyzoso sin carbonatos, de acuerdo a la nueva versión para la clasificación genética de los suelos de Cuba (Hernández y col., 1994) a 300 msnm. Como árbol de sombra se utilizó *Gliricidia sepium*.

Durante el período experimental, el promedio de precipitaciones fue de 1616,6 mm con 111,6 días de lluvias, lo que se considera favorable para el cultivo del cafeto.

Los tratamientos estudiados fueron:

- 3,5 m x 3,5 m (816 plantas/ha).
- 3 m x 3 m (1111 plantas/ha).
- 3 m x 2 m (1666 plantas/ha) (control).
- 3 m x 1,5 m (2222 plantas/ha).

Estos tratamientos se dispusieron en un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas.

Se realizaron evaluaciones morfológicas de la altura (cm), el diámetro de la copa (cm), el diámetro del tallo (cm) y el número de ramas a los 6, 12, 24 y 30 meses de plantado el cafeto, y se determinó el rendimiento en t de café oro/ha durante las cosechas 2000/2001, 2001/2002 y 2002/2003.

Cada parcela experimental contó con 20 plantas, de las que se tomaron las seis centrales para realizar las evaluaciones.

Se realizó análisis de varianza de clasificación doble y se aplicó la prueba de los rangos múltiples de Duncan para la comparación de medias en los casos necesarios.

Las atenciones culturales se realizaron de acuerdo a las Instrucciones Técnicas para el cultivo del café (Minag, 1989).

El análisis económico se realizó considerando la producción acumulada (t/ha<sup>-1</sup> de café oro) de las tres co-

sechas evaluadas y el precio vigente de la lata de café (Ministerio de Finanzas y Precios, 2010).

*Valor de la producción:* Se consideraron, según precios actuales, el 80 % del café de primera calidad, por cuanto los clones utilizados originan granos grandes con buenas características para el despulpe; el otro 20 % se valoró como café de segunda calidad.

*Costo de producción:* Se consideraron los costos de las labores agrotécnicas según cartas tecnológicas vigentes para *C. canephora* y el costo de la recogida.

## Resultados y discusión

Las diferentes densidades de plantación utilizadas no produjeron un efecto significativo sobre la altura de los cafetos (*Tabla 1*). En la distancia 3 m x 3 m se alcanzaron los mayores valores en todo el período evaluado, y se observó la tendencia a obtener los mejores indicadores con las menores densidades al finalizar el experimento. Paulino *et al.* (1981) no encontraron diferencias significativas para esta variable en la variedad Conilón al estudiar varios espaciamientos en Brasil.

**Tabla 1. Efecto de la densidad de plantación sobre la altura de los cafetos (cm)**

Tratamientos	6 meses	12 meses	24 meses	30 meses
3,5 m x 3,5 m	31,05	37,78	88,47	101,06
3 m x 3 m	33,57	40,41	110,43	107,37
3 m x 2 m	28,00	31,46	89,96	97,03
3 m x 1,5 m	29,15	30,88	88,91	84,90
ES	2,3507 ns	2,7550 ns	7,5474 ns	7,7153 ns
CV (%)	15,42	15,68	15,98	15,81

Díaz y col. (2002) obtuvieron un comportamiento similar de predominio de la densidad de 1111 plantas/ha, sin diferencias significativas del resto de los tratamientos, al estudiar estas densidades en la localidad de Tercer Frente a los 6, 18 y 24 meses de la plantación.

No hubo diferencias significativas a los seis meses de plantación para el diámetro de la copa (*Tabla 2*). Las

distancias 3,5 m x 3,5 m y 3 m x 3 m se ubicaron generalmente entre los de mayor diámetro de copa, diferenciándose de los espaciamientos 3 m x 2 m y 3 m x 1,5 m a los 30 meses. Braga *et al.* (1994) plantean que al aumentar la densidad de los cafetos disminuye esta variable.

**Tabla 2. Efecto de la densidad de plantación sobre el diámetro de la copa de los cafetos (cm)**

Tratamientos	6 meses	12 meses	24 meses	30 meses
3,5 m x 3,5 m	23.66	53.47 a	147.68 a	166.01 a
3 m x 3 m	16.60	37.36 b	134,11 ab	148.36 a
3 m x 2 m	17.13	31.85 bc	109,54 bc	109.88 b
3 m x 1,5 m	17.50	21.16 c	90.13 c	94.12 b
ES	1,7495 ns	4.1099***	9,1737***	8,6266***
CV (%)	18.62	22.85	15.24	13.31

Letras iguales en una misma columna no se diferencian significativamente según prueba de Duncan para  $p < 0,05$ ; 0,01 y 0,001.

Resultados similares informan Díaz y col. (2002), quienes a pesar de no encontrar diferencias entre los tratamientos, obtuvieron los valores máximos para esta variable con la densidad de 1111 plantas/ha a los 18 y 24 meses.

Las distancias 3,5 m x 3,5 m (816 plantas/ha<sup>-1</sup>) y 3 m x 3 m (1111 plantas/ha<sup>-1</sup>) alcanzaron el mayor diámetro

del tallo durante todo el ensayo con diferencias significativas a los 12, 24 y 30 meses con los tratamientos restantes (*Tabla 3*). Morales (1990), en *Coffea arabica* L., logró encontrar un aumento del diámetro del tallo al poder disminuir el número de plantas por unidad de área.

**Tabla 3. Efecto de la densidad de plantación sobre el diámetro del tallo de los cafetos (cm)**

Tratamientos	6 meses	12 meses	24 meses	30 meses
3,5 m x 3,5 m	0,47	0,64 a	2,40 a	3,00 a
3 m x 3 m	0,49	0,71 a	2,20 a	2,43 a
3 m x 2 m	0,39	0,41 b	1,57 b	1,73 b
3 m x 1,5 m	0,35	0,40 b	1,43 b	1,76 b
ES	0,0535 ns	0,0624**	0,1568**	0,1861***
CV (%)	24,99	22,94	16,49	16,65

Letras iguales en una misma columna no se diferencian significativamente según prueba de Duncan para  $p < 0,01$  y  $0,001$ .

Díaz y col. (2002) solo encontraron diferencias significativas a los 12 meses de plantado el café para la densidad de 1666 plantas/ha, la que no difirió significativamente de la densidad 1111 pl/ha, y observaron un predominio de esta última a los 6, 18 y 24 meses.

En la evaluación realizada para conocer el número de ramas (Tabla 4), a los seis meses los espaciamien-

tos 3,5 m x 3,5 m y 3 m x 3 m no difirieron entre ellos, pero sí de los restantes, alcanzando valores superiores. En las evaluaciones posteriores el tratamiento con la menor densidad difirió significativamente de los demás. Verdecia y col. (2002) destacaron que con las menores densidades se obtiene la mayor cantidad de ramas en los cafetos.

**Tabla 4. Efecto de la densidad de plantación sobre el número de ramas de los cafetos**

Tratamientos	6 meses	12 meses	24 meses	30 meses
3,5 m x 3,5 m	4,09 a	9,49 a	32,52 a	36,91 a
3 m x 3 m	3,88 a	6,24 b	23,92 b	28,81 b
3 m x 2 m	3,03 b	6,50 b	19,52 bc	22,50 c
3 m x 1,5 m	2,56 b	3,87 c	15,50 c	17,45 c
ES	0,2630**	0,4462***	2,2551***	1,6986***
CV (%)	15,50	13,66	19,72	12,85

Letras iguales en una misma columna no se diferencian significativamente según prueba de Duncan para  $p < 0,01$  y  $0,001$ .

El efecto de la densidad de plantación sobre el rendimiento por unidad de área (Tabla 5) se pudo apreciar en las dos primeras cosechas y en la cosecha acumulada, mostrando la distancia 3 m x 1,5 m (2222 plantas/ha) diferencias

significativas con los restantes. Cestac y Snoeck (1982) señalaron las densidades próximas a 2100 plantas/ha como la más viables para la obtención del máximo de rendimiento de la variedad Robusta.

**Tabla 5. Efecto de la densidad de plantación sobre la producción de los cafetos (t café oro/ha<sup>-1</sup>)**

Tratamientos	2000/2001	2001/2002	2002/2003	Acumulado
3,5 m x 3,5 m	0,11 c	0,24 c	0,49	0,84 c
3 m x 3 m	0,12 c	0,33 c	0,46	0,91c
3 m x 2 m	0,25 b	1,05 b	0,40	1,70 b
3 m x 1,5 m	0,68 a	1,53 a	0,46	2,67 a
ES	0,1788***	0,3985***	0,2690 ns	0,6321***
CV (%)	27,77	22,35	26,14	18,31

Letras iguales en una misma columna no se diferencian significativamente según prueba de Duncan para  $p < 0,001$ .

Estos resultados concuerdan con los de Gutiérrez y Soto (1976), Paulino *et al.* (1981), Uribe y Mestre (1988), Ortiz (1993) y Díaz y col. (2002), entre otros, quienes concluyeron que el aumento de la densidad de plantación contribuye a aumentar los rendimientos. Corroboran además los obtenidos por Cortés y col. (1996) y Verdecia y col. (2002), quienes obtuvieron los mayores valores del rendimiento en la mayor densidad de plantación al evaluar el comportamiento de esta variable y sus componentes en distintos marcos de plantación.

Verdecia y col. (2002) y Díaz y col. (2002) informaron que el *Coffea canephora*, en densidades de 817, 1111, 1666 y 2222 plantas/ha mostró un rendimiento entre 0,61 y 1,83 t/ha<sup>-1</sup> de café oro durante la primera cosecha en dos sitios de la Sierra Maestra. En nuestro caso, el rendimiento osciló entre 0,44 y 3,06 t/ha<sup>-1</sup> de café oro.

El efecto económico obtenido con el empleo de diferentes densidades fue favorable al empleo de un mayor número de plantas por unidad de superficie en correspondencia a los niveles productivos alcanzados (Tabla 6).

**Tabla 6. Efecto económico del empleo de diferentes densidades de plantación**

Densidad (plantas/ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento acumulado (t/café oro ha <sup>-1</sup> )	Valor de la producción (\$/ha <sup>-1</sup> )	Costo de la producción (\$/ha <sup>-1</sup> )	Incremento del costo/efecto de la densidad	Efecto económico (\$/ha <sup>-1</sup> )
3,5 m x 3,5 m	0,83	11 425	10 210,92	-1 053,07	1214,08
3 m x 3 m	0,91	12 480	10 769,92	-771,07	1710,08
3 m x 2 m	1,69	23 165	14 273,99	8 333,99	8891,01
3 m x 1,5 m	2,67	36 345	18 683,40	+1 029,41	17 661,6

Con el empleo de 816 plantas/ha<sup>-1</sup> el valor de la producción fue de un 50,7 % inferior a la densidad utilizada como testigo, mientras que con la mayor densidad se incrementó en un 56,9 %.

El incremento del costo por efecto de la densidad refleja la variación de este indicador, de acuerdo a la cantidad de plantas establecidas en 1 ha y hasta el cuarto año, sin considerar los gastos de recogida que dependerán del volumen de la cosecha.

En la mayor densidad empleada este no fue significativo, considerando el aumento obtenido del valor de la producción en más de \$13 000 con respecto al tratamiento testigo.

## Conclusiones

- La variación de la densidad de plantación provocó un efecto significativo para las variables diámetro de la copa, el diámetro del tallo y el número de ramas productivas, y se alcanzaron los mayores valores con la menor densidad.
- El incremento de la densidad de plantación produjo un efecto significativo sobre el rendimiento y logró un efecto económico de \$8770,59 por hectárea para la densidad de 3 m x 1,5 m.

## Bibliografía

- Braga, A.; Papua, A.; Gantijo, P. T. y A. Pereira: Fisiología del cafeto en plantaciones densas. En: *Simposio Internacional sobre café con altas densidades. IAPAR. Brasil*, pp. 78-85, 1994.
- Cabrera, M.; Catalina López; Maira Portilla y C. Bustamante: Descripción de clones de *Coffea canephora* en el Tercer Frente. *Café Cacao*, 1(1): 23-29, 1998.
- Cestac, Y. et J. Snoeck: Les essais de densité de dispositifs de plantation et de taille sur caféier Robusta en Cote D'Ivoire. *Café Cacao Thé*, 11 (4): 312-320, 1982.
- Charrier, A. L.: Amélioration génétique des cafés. *Le Recherche*, 13 (136): 1006-1016, 1982.
- Cortés, S.; Schoeic, O.; Simón, E. y T. Tejada: Las altas densidades de plantación en el cafeto (*Coffea arabica* L. var. 'Caturra'), su influencia sobre el rendimiento y sus componentes. *Cultivos Tropicales*, 17(2): 49-54, 1996.
- Deuss, J. y F. Descroix: Le bouturage du caféier Robusta dans le programme de réalantation de la caféier au Togo. *Café Cacao Thé*, 28(3): 165-178, 1984.
- Díaz, W., Molina, G.; Vázquez, E. y R. Reyes: Comportamiento morfológico y rendimientos en la primera cosecha de cafetos (*Coffea canephora* P.) plantados bajo cuatro densidades. *Café Cacao*, 3(3): 26-28, 2002.

- Grave de Peralta, G.; Díaz, W. y Maritza Rodríguez: Manejo de la poda y reducción gradual de los árboles de sombra en *Coffea canephora*. *Café Cacao*, 1(1): 36-41, 1998.
- Gutiérrez, Z. G. y B. Soto: Diferentes métodos de poda y sus resultados. *ANACAFE*, 158:23, 1976.
- Hernández, A. y col.: Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba, 75 pp., Instituto de Suelos, La Habana, 1994.
- López, C.; M. Cabrera; Silva, N. y otros: Algunos aspectos productivos de *Coffea canephora* Pierre ex Froehner. *Revista Baracoa*, 3(2):60-67, 1993.
- Minag, Ministerio de la Agricultura, Cuba: Indicaciones para la siembra y el cultivo de café Robusta, 14 pp., *Dir. Nac. de Café Cacao*, Ministerio de la Agricultura, La Habana, 1989.
- Ministerio de Finanzas y Precios, Cuba: Resolución 14, 6 pp., 2010.
- Morales, D.: Influencia de dos distancias de plantación sobre el rendimiento y crecimiento de las plantas de *Coffea arabica* L. var 'Caturra' cultivada al sol. *Ciencia y Técnica en la Agricultura*, 2(1): 7-21, 1990.
- Nápoles, S.: Efecto de la densidad de plantación sobre algunos parámetros de crecimiento de *Coffea arabica*, var. Catuay a los dos años de plantada bajo sombra. *Ciencia y Técnica en la Agricultura*, 7(1): 7-21, 1990.
- Njoroge, J. M.; Warthaka, K. and J. A. Chaveya: The influence of tree training and plant density on growth yield components and yield of arabica coffee cv. Ruim II. *Journal of Horticultural Science*, 67(5):695-702, 1992.
- Ortíz, E.: Crecimiento y desarrollo del *Coffea canephora* Pierre ex Froehner, variedad Robusta con diferentes marcos de plantación. *Cultivos Tropicales*, 14(1): 48-51, 1993.
- Paulino, A. J.; Jabor, J. F. e J. B. Braganca: Espacamentos para o cultivar Conilon no Estado Do Spiritu Santo. Resultados Preliminares. En: 9° Congresso Brasileiro de Pesquisas Caffeeiras, pp. 408-409, São Laurenco/M. Gerais, Brasil, 1981.
- Soto, C. F.: Densidad de siembra de posturas de cafetos. Influencia sobre la altura de la planta, longitud de la raíz y el área foliar. *Cultivos Tropicales*, 8(3):39-42, 1991.
- Srinivasan, C. S. A.: Comparative study of juvenile growth characters of Coffee varieties in North East India. *Resúmenes de Café*, 15(20):10, 1990.
- Uribe, H. A. y A. Mestre: Efecto de la distancia de siembra y el número de plantas por hoyo bajo la producción de café (*Coffea arabica*, L. var. Caturra). *CENICAFE*, 39(1): 15-27, 1988.
- Verdecia, M., J.; Basulto, L. A.; Aldazabal R., M.; Viltres S., E. y F. Celeiro R.: Influencia de diferentes densidades de plantación sobre el rendimiento y algunos de sus componentes en el cultivo del cafeto (*Coffea canephora*, Pierre ex Froehner). *Café Cacao*, 3(3): 24-25, 2002.