

# EFFECTO DE LA POBLACIÓN DINÁMICA DE TALLOS SOBRE LA PRODUCCIÓN DE *Coffea arabica* L.

Argemiro Moreno Berrocal\*; José Raúl Rendón Sáenz\*; Rubén Darío Medina Rivera\*\*

---

**MORENO B., A.; RENDÓN S., J. R.; MEDINA R., R. D. Efecto de la población dinámica de tallos sobre la producción de *Coffea arabica* L. Cenicafé 65 (2): 18-26. 2014**

La densidad de plantas por hectárea, número de tallos por sitio, número de ramas por planta y número de nudos por rama, son componentes que determinan la producción del cultivo de café. Con el propósito de conocer el efecto sobre la producción de café como respuesta al cambio de población de tallos con respecto a una población de 10.000 tallos/ha, al renovar por zoca, se evaluaron cuatro formas dinámicas de obtención del número de tallos por hectárea, en un ciclo de producción de cuatro cosechas, modificando la población inicial mediante la eliminación de tallos después de la segunda cosecha así: de 20.000 a 15.000, de 20.000 a 10.000, de 15.000 a 10.000 y de 20.000 a 5.000. La investigación se realizó en las Estaciones Experimentales de Naranjal (Chinchiná, Caldas), El Tambo (Cauca) y San Antonio (Floridablanca, Santander), bajo dos arreglos espaciales (2,0x1,0 m) y (1,0x1,0 m). La variable respuesta fue la producción de café pergamino seco (kg.ha<sup>-1</sup>). El análisis de varianza bajo el diseño de bloques completos al azar, para cada sitio y cada arreglo espacial, mostró efecto de los tratamientos en las localidades de Santander y El Tambo para el arreglo de 2,0x1,0 m, y al aplicar la prueba de Dunnett, la producción acumulada de café pergamino seco para la dinámica de población de 20.000 a 5.000 tallos difiere con respecto a la obtenida con 10.000 tallos/ha; en estas condiciones la producción se redujo en 25,3% en San Antonio y 32% en El Tambo. Para la Estación Central Naranjal no hubo efecto de los tratamientos.

**Palabras clave:** Renovación, densidad, arreglos.

---

## EFFECT OF COFFEE BRANCH DENSITIES IN *Coffea arabica* PRODUCTION

The density of plants per hectare, the number of stems per site, the number of branches per plant, and number of nodes per branch, are components that determine the production of coffee crop. In order to know the effect on coffee production in response to population change stems with respect to a population of 10.000 stems ha<sup>-1</sup>, to renew zoca, four dynamic ways of obtaining the number of stems were assessed ha<sup>-1</sup> in a production run of four crops, changing the initial population by removing stems (thinning) after the second crop as follows: 20.000 to 15.000, 20.000 to 10.000, 15.000 to 10.000 and from 20.000 to 5.000. The research was conducted in three experimental farms, Naranjal in Chinchiná Caldas, El Tambo in Cauca and San Antonio in Santander Floridablanca under two spatial arrangements (2,0 m x 1,0 m ) and (1,0 m x 1,0 m). The response variable was the production of dry parchment coffee in kg.ha<sup>-1</sup>. The variance analysis under complete randomized design for each site and each spatial arrangement blocks, showed treatment effects in the farms of San Antonio and El Tambo for arrangement (2,0 m x 1,0 m), and applying Dunnett's test, this indicated that the cumulative production of dry parchment coffee in kg.ha<sup>-1</sup> for the population dynamics stems 20.000-5.000 differs with respect to that obtained with 10.000 stems ha<sup>-1</sup>. Under these conditions, production fell by 25,3% in San Antonio and Tambo 32,0% with respect to the production of 10.000 stems ha<sup>-1</sup>. For the Central Farm Naranjal no treatment effect was found.

**Keywords:** Renewal, density, dynamics population, coffee yield.

---

\*Investigador Científico II (Hasta el año 2013) y Asistente de Investigación. Disciplina de Fitotecnia. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Manizales, Caldas, Colombia.

\*\* Investigador Científico I. Biometría. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Manizales, Caldas, Colombia.

De forma general, se conoce que mientras aumenta la producción en función de la población, la producción por planta disminuye a causa de la competencia intraespecífica, por lo tanto, lo ideal es lograr la mayor densidad con la menor competencia intraespecífica, la cual proporcione la máxima producción. Pereira *et al.* (5) al estudiar el efecto de la poda y la densidad sobre la producción y la calidad de los frutos de melón, con densidades de 20.000, 30.000, 40.000 y 50.000 plantas/ha, encontraron que el tamaño de los frutos disminuía en cuanto aumentaba la densidad, pero se incrementaba la cantidad de frutos.

En otros cultivos perennes como naranja, Rovira y Ruiz (7) afirman que al incrementar las densidades de siembra de un rango de 156-204 plantas/ha hasta un rango de 319-408 plantas/ha, incrementaron los promedios de producción desde 9-10 hasta 15-20 t.ha<sup>-1</sup>. En el cultivo de plátano se han documentado incrementos del rendimiento que van de 270% a 345%, con densidades de 3.000 a 5.000 plantas/ha, respectivamente, en comparación con una población convencional de 1.000 plantas/ha (1).

En palma de aceite se evaluó el raleo sistemático de plantas en producción, con el fin de conocer el efecto del estrés por competencia entre palmas sobre el rendimiento de la plantación y determinar la factibilidad del raleo como una práctica agronómica y económicamente viable. El raleo sistemático del 33% y el 14% de los individuos a los 8 años de edad promovió un aumento en el rendimiento individual con respecto a las palmas no raleadas, a partir del segundo año del raleo, siendo el raleo del 14% de la plantación la práctica con la que se obtuvieron los mayores rendimientos acumulados por hectárea (9).

En café, algunos estudios se han enfocado en evaluar el incremento de la producción

en función de la densidad de población y de los arreglos espaciales, considerando las condiciones de clima, suelo y la localidad. Segura (8) afirma que sembrar un número adecuado de plantas por hectárea y mantener la máxima área foliar durante todas las etapas de cultivo, son condiciones necesarias para maximizar la potencialidad del cultivo de café con todos los beneficios agronómicos que ello implica.

En variedades Caturra y Mundo novo se estudió durante 19 años el efecto del número de plantas por sitio, la densidad de siembra y sistema de zoqueo sobre la producción, encontrando que las altas densidades dieron producciones altas en la primera cosecha pero disminuyeron en las subsiguientes para el caso de la variedad Caturra, mientras que Mundo novo mantuvo su nivel de productividad (11).

El efecto de la densidad de la población y del arreglo espacial de las plantas en siembra nueva, sobre la producción de café, fue evaluado por Uribe y Mestre (10) utilizando densidades desde 5.000 hasta 20.000 plantas por hectárea, obteniéndose como resultado un incremento en la producción hasta densidades de 14.740 plantas/ha, sin presentarse efecto del arreglo espacial.

En zocas de café, Mestre y Salazar (3) demostraron que al aumentar el número de tallos por hectárea con relación a la densidad inicial puede aumentarse la producción, sin incurrir en costos adicionales. El efecto de la densidad de población, distancias de siembra y número de cafetos por sitio, también ha sido evaluado sobre la incidencia de enfermedades (2), sobre las propiedades químicas y microbiológicas de los suelos (4) y sobre la fertilización del cultivo (6).

Las diferentes investigaciones que se han realizado sobre densidades y arreglos

especiales en café, han permitido identificar que la renovación del cultivo representa el momento indicado para ajustar la densidad, en función de las condiciones de oferta ambiental de cada región, como alternativa para incrementar la producción. La renovación de cafetales por medio del zoqueo a 30 cm, es una práctica que permite la recuperación de nuevo tejido vegetal, a través de la formación de brotes en la planta; en zocas de café es usual observar que se dejan varios tallos por zoca, algunos caficultores dejan altas densidades de tallos durante una o dos cosechas, y posteriormente, realizan raleo o corte de algunos tallos, para promover el incremento de la producción por unidad de área y facilitar el manejo del cultivo.

Con el fin de conocer la respuesta del café a la dinámica de la densidad de población de tallos, se planteó como objetivo en esta investigación, determinar el arreglo dinámico con el cual se obtuviera la mayor producción media de café pergamino seco por hectárea.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Localización.** La investigación se realizó en las estaciones experimentales Naranjal, San Antonio y El Tambo cuyas características se resumen en la Tabla 1. En cada una de las localidades se seleccionaron dos lotes de café Variedad Castillo®, renovados por zoca a 30 cm, con distancias de siembra de 1,0 x 1,0 m (un tallo por sitio) y 2,0 x 1,0 m (dos tallos por sitio).

**Metodología.** En cada localidad y cada lote, bajo un diseño de bloques completos al azar, donde el factor de bloqueo fue el gradiente de fertilidad natural del lote, se evaluaron cinco tratamientos constituidos con base en la densidad de tallos en función del tiempo (población dinámica). El ciclo de producción

fue de 5 años, con cuatro cosechas; los tratamientos se describen a continuación:

1. Ciclo de 3 años con 20.000 tallos/ha, al término del cual se raleó el 25% de los tallos, para continuar 2 años más con 15.000 tallos/ha.

2. Ciclo de 3 años con 20.000 tallos/ha, al término del cual se raleó el 50% de los tallos, para continuar 2 años más con 10.000 tallos/ha.

3. Ciclo de 3 años con 15.000 tallos/ha, al término del cual se raleó el 33% de los tallos, para continuar 2 años más con 10.000 tallos/ha.

4. Ciclo de 3 años con 20.000 tallos/ha, al término del cual se raleó el 75% de los tallos, para continuar 2 años más con 5.000 tallos/ha.

5. Ciclo de 5 años con 10.000 tallos/ha sin intervención.

Para la obtención del número de tallos correspondientes a cada tratamiento y para cada arreglo espacial, se utilizaron las alternativas que se ilustran en la Figura 1. La aplicación de los tratamientos contempló dos etapas: una etapa de selección de brotes o chupones en las zocas durante el primer año para obtener la densidad de tallos inicial, y una etapa de raleo de tallos después de la segunda cosecha para aplicar la dinámica de población de tallos en el ciclo.

El número de bloques para la evaluación de los tratamientos en cada arreglo espacial (lote) fue: para Naranjal seis bloques, con un área por parcela experimental de 36 m<sup>2</sup> en ambos arreglos; en El Tambo cinco bloques, con un área por parcela experimental de 24 m<sup>2</sup> para el arreglo de 1,0 x 1,0 m, y de 48 m<sup>2</sup> para el arreglo de 2,0 x 1,0 m; y en San Antonio, cuatro bloques, con un área por parcela experimental de 30 m<sup>2</sup> para el arreglo de 1,0 x 1,0 m, y de 60 m<sup>2</sup> para el arreglo de 2,0 x 1,0 m. La diferencia en el

número de bloques y el área de las parcelas obedeció a la restricción de área disponible con zocas en cada una de las localidades.

En el arreglo de las zocas a 30 cm, éstas provenían de un sistema de doble tallo por sitio, esta característica permitió seleccionar hasta dos chupones por cada tallo, en los tratamientos de 20.000 tallos. La fertilización del cultivo se hizo con base en los resultados del análisis de suelo, con aplicaciones por sitio durante la etapa de levante y por unidad de área en la etapa reproductiva.

En cada localidad se registró la producción en kilogramos de café cereza, de todos los pases de recolección por parcela experimental, en los dos arreglos espaciales, durante cuatro cosechas. Para determinar la conversión de cereza a pergamino seco, de la masa cosechada por parcela experimental, se tomó una muestra de 2.000 g de café cereza; a dicha muestra se le realizó el proceso de beneficio húmedo (despulpado, fermentación, lavado y secado hasta una humedad entre 10% y 12%), y se determinó la relación cereza-pergamino, dividiendo el peso (gramos, g) de la muestra en cereza entre el peso (g) de la muestra en pergamino seco. A partir de las muestras en café pergamino seco se determinó el rendimiento en trilla, como la

cantidad de café pergamino necesaria para obtener un saco de 70 kg de café almendra.

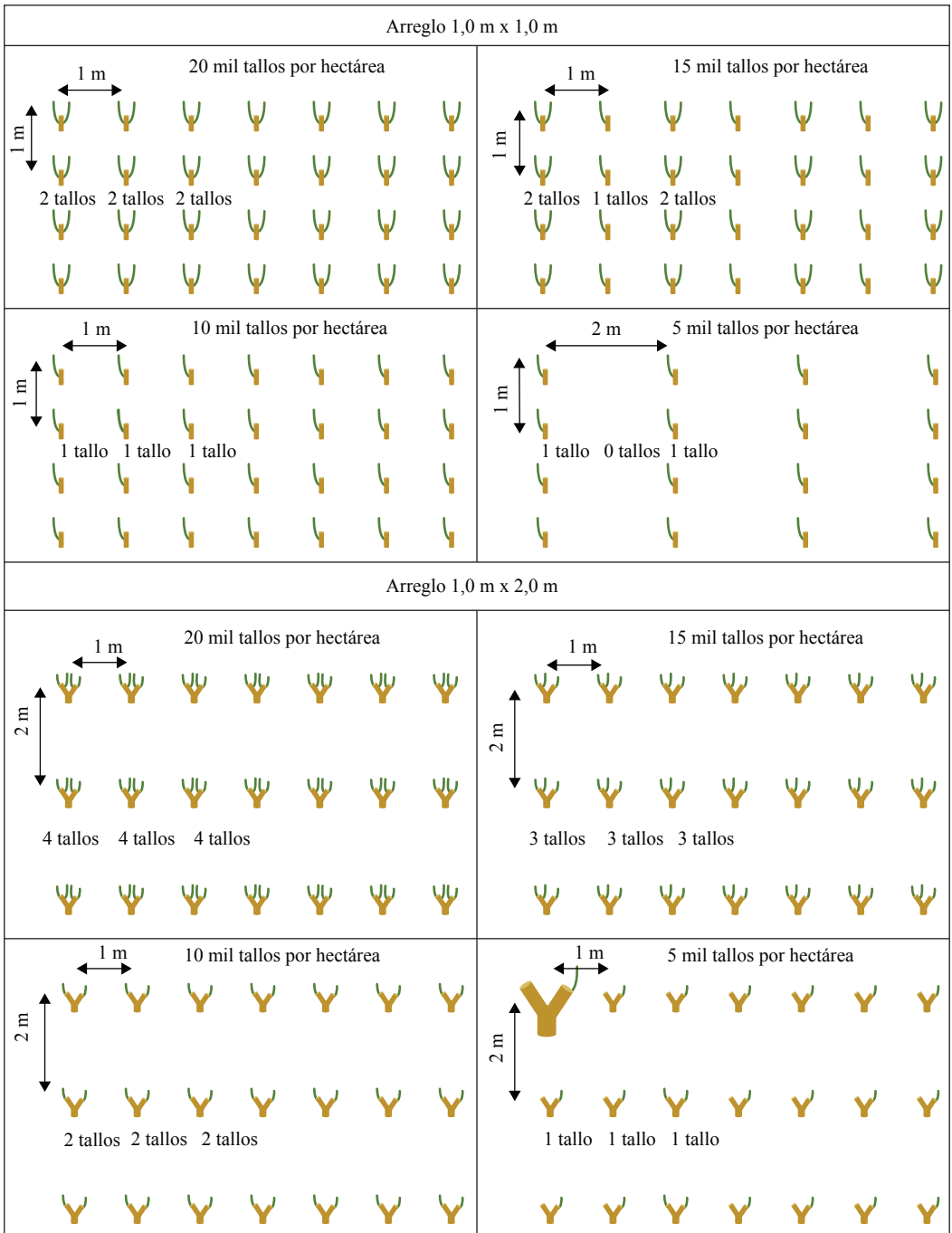
Para cada estación experimental, con la variable de respuesta producción de café pergamino seco por hectárea, se estimó el promedio y la varianza por tratamiento. Se realizó el análisis de varianza bajo el diseño de bloques completos al azar y se aplicó la prueba de Dunnett, con el fin de determinar las diferencias de los tratamientos con el testigo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para cada estación, el análisis de varianza no indicó efecto de tratamientos en el arreglo de 1,0 x 1,0 m (Tabla 2); por ejemplo, en la Estación Naranjal el promedio de la producción acumulada de café pergamino seco fluctuó entre 18.241 kg.ha<sup>-1</sup> con el tratamiento de 20.000 a 5.000 tallos y 20.433 kg.ha<sup>-1</sup> con el tratamiento de 20.000 a 15.000 tallos, con errores de 1.285 y 573 kg, respectivamente. Para San Antonio la producción fluctuó entre 14.490 kg.ha<sup>-1</sup> con el tratamiento de 20.000 a 5.000 tallos y 21.500 kg.ha<sup>-1</sup> con el tratamiento 20.000 a 15.000 tallos, con errores de 1.309 y 1.049 kg, respectivamente. Para El Tambo, la producción estuvo entre 8.485 kg.ha<sup>-1</sup> con

**Tabla 1.** Características geográficas, climáticas y de suelos de las Estaciones Experimentales El Tambo (Cauca), San Antonio (Floridablanca, Santander) y la Estación Central Naranjal.

Característica	Estaciones Experimentales		
	Naranjal	El Tambo	San Antonio
Latitud	4° 58' N	1° 15' N	7° 6' N
Longitud	75° 39' W	77° 29' W	73° 4' W
Altitud (m)	1.381	1.700	1.480
Temperatura media (°C)	21,3	15,5	19,8
Precipitación anual (mm)	2585	1.204	1.462
Brillo solar (h.año <sup>-1</sup> )	1.865	1.813	1.562
Humedad relativa (%)	72,8 %	71,2%	76,8%
Ecotopo	206A	218A	302A



**Figura 1.** Esquema para obtener el número de tallos por zoca y la densidad de tallos por hectárea, según las distancias de la siembra.

el tratamiento de 20.000 a 5.000 tallos y 11.660 kg.ha<sup>-1</sup> con el tratamiento 20.000 a 15.000 tallos, con errores de 868 y 489 kg, respectivamente (Tabla 2).

El análisis de varianza para el arreglo espacial de 2,0 x 1,0 m indicó efecto de los tratamientos en las Estaciones San Antonio y El Tambo, y la prueba de Dunnett al 5%, detectó diferencias entre el promedio del testigo y el tratamiento con raleo de 20.000 a 5.000 tallos, con una reducción de la producción de 5.034 kg para San Antonio y de 3.538 kg para El Tambo (Tabla 3). En la Estación Naranjal el promedio de la producción acumulada de café pergamino seco, en el mismo arreglo, fluctuó entre 11.273 kg.ha<sup>-1</sup> con el tratamiento de 15.000 a 10.000 tallos y 12.431 kg.ha<sup>-1</sup> con el tratamiento de 20.000 a 10.000 tallos, con errores de 823 y 643 kg, respectivamente (Tabla 3).

Para el arreglo de 1,0 x 1,0 m (Figura 2) se observa descriptivamente la variación en la producción, cuando se modifica la densidad de tallos inicial, luego de la segunda cosecha. Así, la producción acumulada obtenida con el raleo de 20.000 a 5.000 tallos frente a la producción acumulada del testigo, se reduce en un 34%, descriptivamente, en la tercera cosecha para Naranjal; para San Antonio en un 23% y para El Tambo en un 40%. En el raleo de 20.000 a 15.000 tallos se observó que la producción acumulada frente al testigo (10.000 tallos), en la tercera cosecha, es superior en 24%, 20% y 26% en las Estaciones Naranjal, San Antonio y El Tambo, respectivamente.

Para el arreglo de 2,0 x 1,0 m (Figura 3), se observa descriptivamente la reducción de la producción acumulada de 25% y 47% para las Estaciones San Antonio y El Tambo, respectivamente, cuando se hicieron

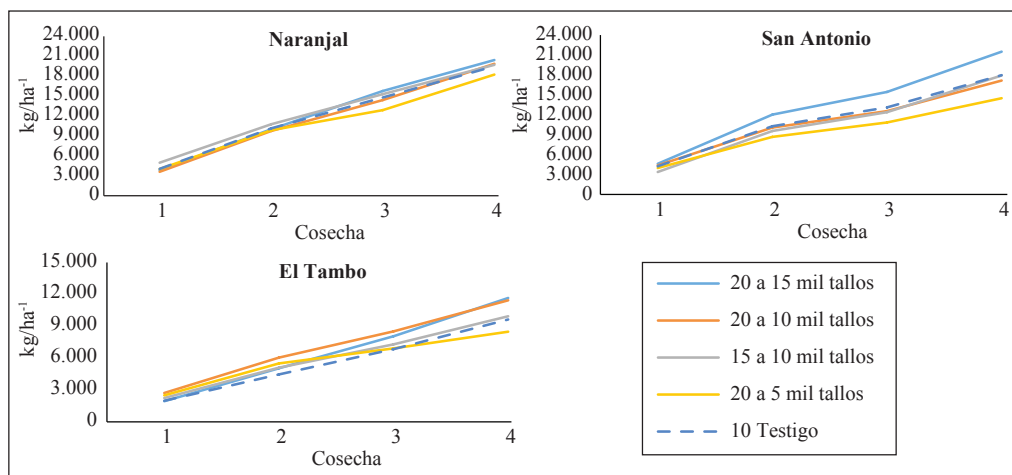
**Tabla 2.** Producción acumulada de café pergamino seco (kg.ha<sup>-1</sup>), en cuatro cosechas, para el arreglo espacial de 1,0 x 1,0 m.

Tratamiento miles de tallos por hectárea	Naranjal		El Tambo		San Antonio	
	Promedio	Error	Promedio	Error	Promedio	Error
20 a 15	20.433	573	21.500	1.049	11.660	489
20 a 10	19.868	945	17.150	318	11.439	1.102
15 a 10	19.712	1.810	17.914	1.027	9.938	705
20 a 5	18.241	1.285	14.490	1.309	8.485	868
10 (Testigo)	19.498	2.957	17.960	1.544	9.634	622

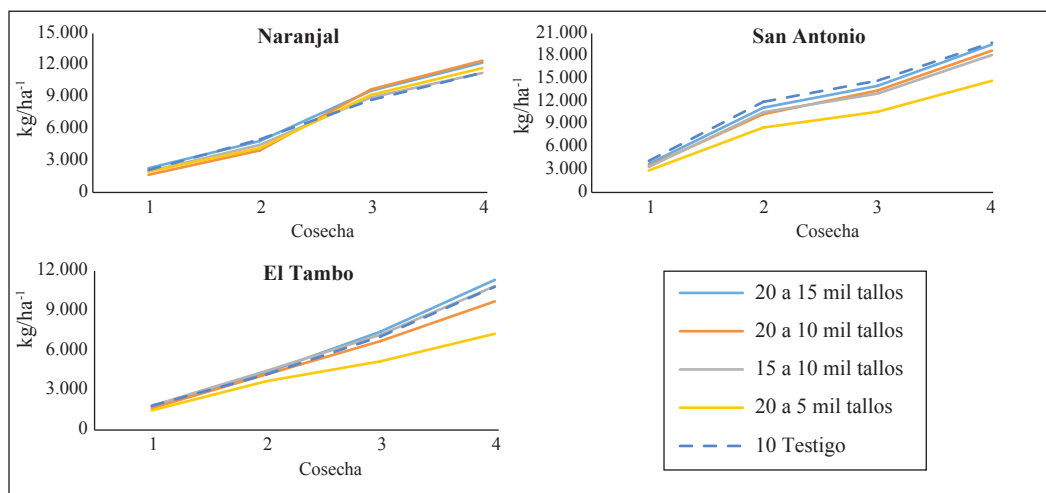
**Tabla 3.** Producción acumulada de café pergamino seco (kg.ha<sup>-1</sup>), durante cuatro cosechas, para el arreglo espacial de 2,0 x 1,0 m.

Tratamiento miles de tallos por hectárea	Naranjal		San Antonio		El Tambo	
	Promedio	Error	Promedio	Error	Promedio	Error
20 a 15	12.247	680	19.539	683	11.325	721
20 a 10	12.431	643	18.733	1.172	9.700	836
15 a 10	11.273	823	18.156	1.479	10.849	1.012
20 a 5	11.731	331	14.752*	599	7.261*	1.347
10 (Testigo)	11.294	500	19.786	1.255	10.799	656

\*Para cada estación, indica diferencias significativas entre tratamientos con respecto al testigo, según prueba Dunnett al 5%.



**Figura 2.** Dinámica de la producción acumulada de café pergamino seco ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) para el arreglo espacial de  $1,0 \times 1,0 \text{ m}$ .



**Figura 3.** Dinámica de la producción acumulada de café pergamino seco ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) para el arreglo espacial de  $2,0 \times 1,0 \text{ m}$ .

raleos de 20.000 a 5.000 tallos, frente a la producción acumulada del testigo en la tercera cosecha. En la condición de raleo de 20.000 a 15.000 tallos, la producción acumulada frente al testigo en la tercera cosecha, fue descriptivamente, superior en un 28% en la Estación Naranjal y sólo en

un 3% y 8% en las estaciones San Antonio y El Tambo, respectivamente.

El análisis de rendimiento en trilla de las muestras de café tomadas en dos cosechas, no mostró diferencias significativas para los tratamientos de dinámica de población de

tallos en alguna de las localidades, lo que significa que un incremento en la densidad hasta 20.000 tallos por hectárea no influye sobre esta variable (Tabla 4).

A partir de los resultados obtenidos en esta investigación no es posible establecer si la dinámica de población de tallos con raleo después de la segunda cosecha compensa la producción acumulada que se obtiene con densidades mayores de 10.000 tallos sin raleo, en un ciclo de tres cosechas.

Bajo las condiciones evaluadas en las tres localidades, la renovación por zoca a 30 cm, permite mantener poblaciones alrededor de los 10.000 tallos por hectárea, en un ciclo productivo de cuatro cosechas. Si en la renovación por zoca se dejan densidades superiores a los 10.000 tallos por hectárea, para luego implementar la práctica de raleo, se recomienda mantener densidades superiores a los 5.000 tallos para evitar la reducción de la producción en los lotes.

**Tabla 4.** Promedio para el rendimiento en trilla de dos cosechas de café, bajo dos arreglos espaciales, en tres localidades.

Tratamiento miles de tallos por hectárea	Naranjal		San Antonio		El Tambo	
	2008	2009	2009	2010	2011	2012
20 a 15	89,2	90,2	90,3	87,1	91,1	88,3
20 a 10	89,2	90,1	93,4	86,9	90,0	88,0
15 a 10	90,3	87,9	89,9	85,6	90,8	88,8
20 a 5	89,2	86,8	90,3	86,8	90,1	89,7
10 (Testigo)	92,0	90,6	91,0	85,8	91,3	89,6
20 a 15	90,5	91,4	89,6	86,8	89,2	89,2
20 a 10	90,2	89,7	89,5	87,0	89,4	90,4
15 a 10	91,2	92,4	92,1	86,0	89,3	88,5
20 a 5	90,3	90,8	91,1	87,5	88,6	88,9
10 (Testigo)	90,6	93,3	89,2	88,0	90,2	89,6

### LITERATURA CITADA

- BELALCÁZAR, S.; ESPINOSA, J. Effect of Plant Density and Nutrient Management on Plantain Yield. *Better Crops International*, Vol. 14 (1):12-15, May 2000.
- LÓPEZD., S. Relación entre densidad y distribución de los cafetos en la plantación e incidencia de mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*) Berk y Cooke. In: CONGRESO de la Asociación Colombiana de Fitopatología y Ciencias Afines, 2. Bogotá (Colombia), Septiembre 1-3, 1976. Resúmenes. Bogotá (Colombia), ASCOLFI, 1976. p. 42.
- MESTRE M., A.; SALAZARA, J.N. Mejore sin costo adicional, la productividad de cafetales sembrados en baja densidad. Producción de zocas de café con uno y dos tallos. *Avances Técnicos Cenicafe* (Colombia) No. 218:1-2. 1995.
- PAVAN, M. A.; DIAS CHAVES, J. C.; SIQUEIRA, R.; ANDROCIOLO FILHO, A.; COLOZZI FILHO, A. and BALOTA, E. I. High Coffee Population Density to Improve Fertility of an Oxisol. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.34, n.3, p.459-465. 1999.
- PEREIRA, F.H.F.; NOGUEIRA, I.C.C.; PEDROSA, J.F.; NEGREIROS, M.Z.; BEZERRA NETO, F. Poda da haste principal e densidade de cultivo sobre a produção e qualidade de frutos em híbridos de melão. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 21, n. 2, p. 191-196. 2003.
- RIVERA, R. Densidad de plantación y fertilización N en el cultivo del café Var. Caturra sobre suelos ferralíticos rojos compactados. *Cultivos Tropicales* (Cuba) 12(3):5-8. 1991.
- ROVIRA, L. A.; RUIZ, J. Sesenta toneladas de naranja por hectárea en la citricultura nacional. ¡Una realidad!



Consultado el 23 de agosto de 2006 en <http://fonaiap.gov.ve/publica/divulga/fd61/naranja.html>.

8. SEGURA M., A. Algunas consideraciones agrofisiológicas en relación a la poda de los cafetos: experiencias con cafetales con alta densidad de siembra. In: SIMPOSIO Internacional sobre Café Adensado. Londrina (Brasil), Marco 28-31, 1994. Londrina (Brasil), Instituto Agronomico do Paraná, p. 199-220. 1994.
9. STERLING F. La competencia entre plantas y el raleo de la plantación de palma aceitera. *Agronomía Costarricense* 20(1):25-37. 1996.
10. URIBE H., A.; MESTRE M., A. Efecto de la densidad de población y de la disposición de los árboles en la producción de café. *Cenicafé (Colombia)* 39(2):31-42. 1988.
11. VASCO T., S.; INÁCIO B. Influência da densidade de plantio e sistema de podas na produção de café. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.34, n.8, p.1379-1384. 1999.