

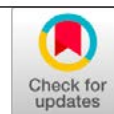


# DENSIDADES Y CICLOS DE RENOVACIÓN DEL CAFÉ EN UN SISTEMA AGROFORESTAL EN EL DEPARTAMENTO DE NORTE DE SANTANDER

Fernando Farfán Valencia \*, Gabriel Fernando González Sánchez \*\*

Farfán-Valencia, F., & González, G. F. (2020). Densidades y ciclos de renovación del café en un sistema agroforestal en el departamento de Norte de Santander. *Revista Cenicafé*, 71(2), 66-72. <https://doi.org/10.38141/10778/71205>



En la Granja Blonay, ubicada a los 7° 34' N y 72° 37' W, a una altitud de 1.250 m, municipio de Chinácota, en el departamento de Norte de Santander, se evaluó el efecto de cuatro densidades de siembra del café (3.600, 5.400, 7.200 y 9.000 plantas/ha) y cinco dosis de fertilizante (12,5%; 25,0%; 50,0%; 75,0% y 100% de las dosis recomendadas en los análisis de suelos), sobre la producción en un sistema agroforestal. El componente arbóreo lo conformaron especies de maderables ya establecidas en la localidad, sin arreglo zonal definido, pero manteniendo una densidad cercana a los 70 árboles/ha. De los resultados obtenidos y de las funciones de producción construidas, pudo inferirse que las producciones mayores se registran con densidades de siembra del café entre 7.200 y 9.000 plantas/ha, nutridas con el 100% de la dosis de fertilizante. Si el sistema de producción se establece a estas densidades de siembra debe realizarse la renovación del cultivo una vez recolectada la cuarta cosecha, cerca de seis años de vida del cultivo. A bajas densidades de siembra los ciclos de renovación del café pueden estar entre la quinta y sexta cosecha, es decir, cerca de 8 años de plantado.

**Palabras clave.** Sistema de producción de café, sistemas agroforestales, densidad de siembra, fertilización, renovación.

## DENSITIES AND COFFEE RENEWAL CYCLES IN AN AGROFORESTRY SYSTEM IN THE DEPARTMENT OF NORTE DE SANTANDER

At the Blonay Farm, located at 7° 34' N and 72° 37' W, at an altitude of 1,250 m, municipality of Chinácota, in the department of Norte de Santander, the effect of four planting densities of coffee was evaluated (3,600, 5,400, 7,200 and 9,000 plants/ha) and five doses of fertilizer (12.5%; 25.0%; 50.0%; 75.0% and 100% of the recommended doses in soil analyzes) on coffee production in an agroforestry system. The arboreal component was made up of timber species already established in the locality, without a defined zonal arrangement, but maintaining a density close to 70 trees/ha. From the results obtained and the production functions constructed, it is possible to infer that the largest productions are registered with coffee planting densities between 7,200 and 9,000 plants/ha, nourished with 100% of the fertilizer dose. If the production system is established at these planting densities, the renewal of the crop must be carried out once the fourth harvest has been collected, about six years of the crop's life. At low planting densities, coffee renewal cycles can be between the fifth and sixth harvest, which is about 8 years after planting.

**Keywords.** Coffee production system, agroforestry systems, planting density, crop fertilization.

\* Investigador Científico II. Disciplina de Fitotecnia, Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. <https://orcid.org/0000-0003-0976-8828>

\*\* Líder Departamental de Extensión Rural, Comité Departamental de Cafeteros de Norte de Santander, Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.



Los sistemas agroforestales son asociaciones de especies arbóreas con cultivos perennes como el café y son una alternativa de producción cuando los cultivos convencionales o los monocultivos no son viables por influencia de las condiciones de clima y suelo desfavorables para el cultivo; o cuando su producción tiene como propósito el consumo de café cultivado bajo sombrío (Audate et al., 2016; Farfán, 2014).

El componente arbóreo persigue optimizar el uso de recursos y aumentar la productividad por unidad de terreno, además de ser fuente energética, madera, frutos y/o sombrío; puede regular las condiciones de luz para el café y suplir parte de los nutrientes requeridos por el cultivo; también aportan gran cantidad de residuos vegetales que actúan como material de cobertura. La capa de hojarasca es el eslabón que mantiene unidos los componentes arbóreos con el suelo, esta capa a su vez, por procesos de descomposición y mineralización, libera nutrientes que pueden ser nuevamente absorbidos por las plantas (Farfán, 2014).

En los sistemas agroforestales con café aún se requieren estudios sobre la importancia relativa de la competencia por luz, agua y nutrientes a lo largo de gradientes ecológicos (regionalización), para identificar el o los factores limitantes en un rango de condiciones biofísicas; también se precisan investigaciones sobre los efectos de la arquitectura de los árboles, estudios sobre la disponibilidad de la radiación fotosintéticamente activa para el cultivo, los efectos de la sombra sobre la fenología del cultivo, particularmente sobre la iniciación y desarrollo de los frutos, el tamaño del grano del café, el factor de rendimiento y la calidad del café, y otros estudios enfocados básicamente a determinar las dosis de fertilizante adecuadas para el café, cuando en el campo se establecen a diferentes densidades de siembra y bajo sombrío (Farfán 2014; Boreuxemail et al., 2016; Conrado, 2018). El entendimiento

de estas interacciones y el acercamiento hacia estos sistemas de producción proveerá a los caficultores de enriquecimiento en términos de calidad, sostenibilidad y productividad (Farfán, 2014).

Por lo anterior, con el fin de contribuir al estudio de los sistemas agroforestales con café, desde un enfoque regional, esta investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto del establecimiento del café en un sistema agroforestal, en cuatro densidades de siembra, sobre la producción, cuando su nutrición se realiza aplicando diferentes dosis de fertilizante.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Sitio de realización.** La investigación se realizó en la Granja Blonay, ubicada a los 7° 34' N y 72° 37' W, a una altitud de 1.250 m, municipio de Chinácota, en el departamento de Norte de Santander. Con temperatura media anual de 20,5°C y una máxima de 26,5°C; humedad relativa de 83,5%; precipitación total anual de 1.460 mm, 186 días con lluvia; brillo solar anual de 1.289 horas (Centro Nacional de Investigaciones de Café [Cenicafé], 2018). En la región se presentan dos períodos secos, uno de diciembre a marzo y otro de junio a septiembre. En el primer período seco se presenta una deficiencia hídrica para el café de 352 mm y en el segundo una de 265 mm (Jaramillo et al., 2011); teniendo en cuenta que el uso consuntivo durante cada período es de 500 mm. Por estas condiciones es necesario el establecimiento del café en sistemas agroforestales.

**Material vegetal.** De café se empleó la variedad Castillo® Pueblo Bello y como componente arbóreo especies de maderables ya establecidas en la localidad, sin arreglo zonal definido, pero manteniendo una densidad cercana a los 70 árboles/ha.

**Tratamientos evaluados.** Los tratamientos, 20 en total, los conformaron cinco niveles de fertilización y cuatro densidades de siembra del café (Tabla 1).

**Diseño experimental.** El efecto de las dosis de fertilizante para cada densidad, se evaluó bajo el diseño experimental bloques completos al azar. Se tuvieron ocho bloques donde el factor de bloqueo fue el gradiente de fertilidad del suelo. El número de bloques se determinó estadísticamente, con una varianza estimada de 3.966 para la variable café cereza, una diferencia mínima aceptable de 180 kg de café cereza por parcela, un nivel de significación del 5% y una confiabilidad mayor del 90%.

**Área del campo experimental.** La parcela experimental fue de 160 m<sup>2</sup>. Cada bloque tuvo un área aproximada de 5.120 m<sup>2</sup> y todo el campo experimental ocupó un área cercana a 3,5 hectáreas.

**Manejo del sombrero.** Se manejó según lo recomendado por Farfán y Jaramillo (2009); para el número de horas de brillo solar de la región, se mantuvo mediante regulaciones periódicas, un porcentaje de cobertura cercano al 30% durante todo el período de evaluaciones.

**Información registrada y variables de respuesta.** Se registró la producción en kilogramos de café cereza por parcela, durante seis cosechas. Como variables de respuesta se tuvieron la producción anual y la producción acumulada de café cereza.

**Análisis estadístico.** Para cada densidad de siembra y dosis de fertilizante se estimó el promedio y el error estándar con las variables de respuesta. Para cada tratamiento se realizó estadística descriptiva. Se realizó análisis de varianza al 5% y comparación entre tratamientos según la prueba Duncan al 5%. Se construyeron las funciones que mejor representaran la dinámica en las producciones en función de la densidad de siembra y el nivel de fertilizante aplicado, para determinar el ciclo de renovación del cultivo; evaluando la tendencia lineal y cuadrática y hasta de cuarto grado, según prueba de contraste al 5%.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Producción de café.** En la Tabla 2 se presentan los resultados de la producción de café, en kilogramos por hectárea de café pergamino seco (kg ha<sup>-1</sup> de cps), en función de la densidad de siembra y el nivel de fertilizante aplicado.

**Tabla 1.** Descripción de tratamientos

Dosis de fertilizante*	Densidades de siembra del café (plantas/ha)
12,50%	3.600 (1,65 x 1,65 m)
25,0%	5.400 (1,35 x 1,35 m)
50,0%	7.200 (1,18 x 1,18 m)
75,0%	9.000 (1,05 x 1,05 m)
100%	

\*De acuerdo con lo recomendado en los resultados de los análisis de suelos

**Tabla 2.** Producción de café pergamino seco (kg ha<sup>-1</sup>), en función de la densidad de siembra y el nivel de fertilizante aplicado. Granja Blonay – Norte de Santander.

<b>D.F.</b>	<b>D.S.</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>Acumulado*</b>		<b>D. E.</b>	<b>C. V</b>
12,5	3.600	295	849	813	921	982	943	4.803	G	1.401	0,29
25	3.600	277	783	705	970	935	1.034	4.704	G	1.104	0,23
50	3.600	144	804	740	1.005	987	1.024	4.704	G	921	0,20
75	3.600	141	765	701	934	1.267	1.039	4.846	g	1.291	0,27
100	3.600	576	1.685	1.246	1.129	1.372	1.488	7.495	f	1.639	0,22
12,5	5.400	593	1.203	1.229	1.171	947	1.190	6.333	fg	1.422	0,22
25	5.400	398	1.051	1.016	1.460	1.590	1.464	6.979	f	2.437	0,35
50	5.400	345	1.501	1.286	1.703	1.612	1.504	7.950	ef	1.405	0,18
75	5.400	205	1.308	1.094	1.409	1.810	1.400	7.227	f	2.451	0,34
100	5.400	1.020	2.364	1.737	1.929	1.825	1.710	10.584	bcd	1.624	0,15
12,5	7.200	729	1.719	1.532	1.546	1.656	1.348	8.530	def	2.470	0,29
25	7.200	508	1.526	1.554	1.694	1.668	1.420	8.371	ef	4.037	0,48
50	7.200	566	2.267	1.810	2.578	2.119	1.612	10.953	bc	1.562	0,14
75	7.200	467	2.067	1.527	1.650	2.399	1.552	9.663	cde	2.278	0,24
100	7.200	1.024	3.393	2.505	2.834	2.281	1.600	13.637	a	1.816	0,13
12,5	9.000	1.122	2.322	1.797	1.797	1.755	1.338	10.132	cde	1.273	0,13
25	9.000	949	2.126	1.563	1.993	2.053	1.359	10.043	cde	2.651	0,26
50	9.000	794	2.868	1.840	2.568	2.427	1.879	12.377	ab	1.758	0,14
75	9.000	469	2.394	1.773	1.930	2.713	1.928	11.207	bc	1.664	0,15
100	9.000	1.586	3.871	2.110	2.648	2.032	1.835	14.083	a	1.916	0,14

D.F. = dosis de fertilizante aplicado (%)

D.S. = densidad de siembra del café (plantas/ha)

\*Registros en la producción acumulada con letras distintas no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ), según prueba Duncan. D.E. = Desviación estándar, C.V. = Coeficiente de variación.

Con densidades de siembra del café entre 3.600 y 5.400 plantas/ha, es evidente un incremento significativo de la producción al aplicarse el 100% de la dosis de fertilizante recomendado en el análisis de suelos (Tabla 2). Conrado (2018) y Audate et al. (2016), sostienen que los cultivos agrícolas y en sistemas agroforestales, las prácticas de fertilización de los suelos deben ir orientadas a incrementar los contenidos de N, P, K y materia orgánica, así como a la corrección del pH, en aras de una mayor productividad de los cultivos. Melke & Ittana (2014), indican que plantaciones densas de café y con sombra regulada, con variedades de alto rendimiento y árboles de sombra muy desarrollados, deben recibir la dosis completa de los fertilizantes recomendados.

Las producciones máximas se registraron con densidades de siembra de 7.200 y 9.000 plantas/ha, nutridas con el 100% de la dosis de fertilizante; no obstante, las pruebas de comparación (Duncan 5,0%) indican que se obtienen resultados similares si 9.000 plantas/ha se fertilizan con el 50% de la dosis recomendada. De acuerdo con Nesper et al. (2019), al tener especies maderables como componente estructural de la sombra del café, se afecta el ciclo de nutrientes y se reduce la disponibilidad de P, K, Mg, B y Zn, afectándose la fertilidad del suelo, con impactos negativos sobre la producción de café, para minimizar estos efectos sugieren las aplicaciones plenas de fertilizante. Szott y Kass (1993), indican que la respuesta a los fertilizantes es muy variable en sistemas agroforestales (SAF) con árboles perennes, debido a la tendencia que tienen especies maderables de competir y capturar los nutrientes; por ejemplo, los requerimientos de P son relativamente mayores en sistemas con estas especies que con árboles leguminosos.

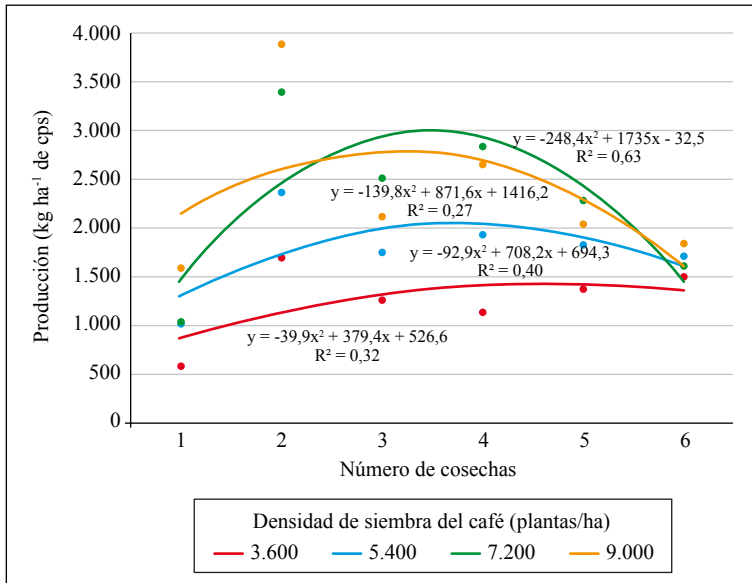
De mantenerse estables los niveles de fertilizante aplicado, se obtiene un gran

beneficio en productividad, si se incrementa la densidad de siembra del café. De igual forma, si se incrementan porcentualmente las dosis de fertilizante aplicado, la productividad se aumenta al acrecentar simultáneamente la densidad de plantación (Tabla 2).

**Ciclos de renovación del café.** Para obtener la máxima producción promedio, la planta de café no debe sobrepasar la edad en la cual este valor sea máximo; estos valores máximos de producción se alcanzan entre los seis y ocho años de edad, a partir de este momento es necesario podar la planta para promover nuevo crecimiento de tejido y fomentar la producción. Al tomar esta decisión debe considerarse la edad del cultivo y el estado de deterioro e improductividad de la plantación (Mestre & Ospina, 1994).

De acuerdo con los resultados obtenidos de producción, en la Figura 1 pueden inferirse los ciclos productivos o las épocas en que se sugiere realizar la renovación del café, con el propósito de mantener la producción estable; al establecer el café a densidades de siembra superiores a las 7.200 plantas/ha, debe realizarse la renovación del cultivo una vez recolectada la cuarta cosecha, cerca de seis años de establecido el cultivo. A bajas densidades de siembra los ciclos de renovación del café pueden estar entre la quinta y sexta cosecha, es decir, cerca de 8 años de plantado.

Es difícil separar los efectos de la reducción de la luz frente a la competencia de nutrientes y agua en los sistemas agroforestales; no obstante, durante los primeros tres años, los cafetos no cambian sus características vegetativas o productivas como respuesta a la sombra. Los efectos de la sombra se vuelven más intensos después del comienzo del período de mayor rendimiento (Boreuxemail et al., 2016; Jaramillo et al., 2010).



**Figura 1.** Ciclos productivos para realizar la renovación del café a diferentes densidades de siembra. Granja Blonay – Norte de Santander

Puede concluirse que en el departamento de Norte de Santander, zona cafetera norte de Colombia, si en los sistemas agroforestales con café, el componente arbóreo está establecido o se establecerá con especies maderables o forestales, con una altura que supere los 30,0 m y el espacio libre entre la copa del árbol y el follaje del café sea superior a 10,0 m, pueden establecerse entre 6.000 y 9.000 plantas de café por hectárea; a estas densidades debe aplicarse el 100% de la dosis de fertilizante recomendado en el análisis de suelos. Adicionalmente, debe programarse la renovación del café una vez recolectada la quinta o cuarta cosecha, regular el sombrío

para mantener porcentajes de cobertura no superiores al 30,0% y realizar el oportuno control fitosanitario desde el establecimiento del cultivo.

## AGRADECIMIENTOS

Al Comité Departamental de Cafeteros de Norte de Santander, y su Servicio de Extensión.

A los Ingenieros Pedro María Sánchez y Carlos Ariza, Coordinadores (anterior y actual) de la Estación Experimental San Antonio, Departamento de Santander.

## LITERATURA CITADA

- Audate, E., Maldonado, T., Álvarez, E., Ramírez, M., & Torres, R. (2016, agosto 24-26). Diagnóstico nutricional de tres sistemas agroforestales con café (*Coffea arabica*) Cultivado bajo sombra. En Universidad Autónoma Chapingo, *VIII Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles*, "Hacia una producción sustentable de alimentos". Veracruz, México.
- Boreux, V., Vaast, P., Madappa, L. P., Cheppudira, K. G., Garcia, C., & Ghazoul, J. (2016). Agroforestry coffee production increased by native shade trees, irrigation, and liming. *Agronomy for Sustainable Development*, 36(3), 42. <https://doi.org/10.1007/s13593-016-0377-7>

- Centro Nacional de Investigaciones de Café. (2018). Anuario meteorológico cafetero 2017. <http://hdl.handle.net/10778/660>
- Conrado, B. I. (2018). Sustainability assessment of soil properties in *Coffea Arabica*, based agroforestry systems of Atok, Benguet, Philippines. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 13(3), 17–31. <https://innspub.net/jbes/sustainability-assessment-soil-properties-coffee-arabica-based-agroforestry-systems-atok-benguet-philippines/>
- Farfán, F., & Jaramillo, A. (2009). Sombrío para el cultivo del café según la nubosidad de la región. *Avances Técnicos Cenicafé*, 379, 1–8. <http://hdl.handle.net/10778/376>
- Farfán, F. F. (2014). *Agroforestería y sistemas agroforestales con café*. Cenicafé. <https://www.cenicafe.org/es/publications/AgroforesteriaSistemasCafe.pdf>
- Jaramillo, C., Silva, R. H., Prieto, H. E., Cecon, P. R., & Pereira, M. (2010). Production and vegetative growth of coffee trees under fertilization and shade levels. *Scientia Agricola*, 67(6), 639–645. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162010000600004>
- Jaramillo, A., & Ramírez, V. H., Arcila-Pulgarín, J. (2011). Patrones de distribución de la lluvia en la zona cafetera. *Avances Técnicos Cenicafé*, 410, 1–8. <http://hdl.handle.net/10778/328>
- Melke, A., & Ittana, F. (2014). Nutritional Requirement and Management of Arabica Coffee (*Coffea arabica* L.) in Ethiopia: National and Global Perspectives. *American Journal of Experimental Agriculture*, 5(5), 400–418. <https://doi.org/10.9734/AJEA/2015/12510>
- Mestre, A., & Ospina, H. F. (1994). Manejo de los cafetales para estabilizar la producción en fincas cafeteras. *Avances Técnicos Cenicafé*, 201, 1–8. <http://hdl.handle.net/10778/1061>
- Nesper, M., Kueffer, C., Krishnan, S., Kushalappa, C. G., & Ghazoul, J. (2019). Simplification of shade tree diversity reduces nutrient cycling resilience in coffee agroforestry. *Journal of Applied Ecology*, 56(1), 119–131. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13176>
- Szott, L., T., & Kass, D. (1993). Fertilizers in agroforestry systems. *Agroforestry Systems*, 23(2), 157–176. <https://doi.org/10.1007/BF00704913>