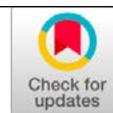


# PRODUCCIÓN DE *Coffea arabica* VARIEDAD CASTILLO® EN UN SISTEMA AGROFORESTAL, EN EL DEPARTAMENTO DE SANTANDER

Fernando Farfán Valencia 

Farfán-Valencia, F. (2020). Producción de *Coffea arabica* Variedad Castillo® en un sistema agroforestal, en el departamento de Santander. *Revista Cenicafé*, 71(2), 118-123. <https://doi.org/10.38141/10778/71209>



Con el objetivo de identificar la densidad de siembra del sombrío estratificado con el que se obtuviera el mayor rendimiento del café Variedad Castillo®, se realizó una investigación en la finca Villa Sofia, ubicada en la vereda Capellania, municipio de Charalá, departamento de Santander, a 6° 18' N y 73° 06' W y altitud de 1.480 m. Las especies de sombra evaluadas fueron *Erythrina fusca*, *Inga densiflora*, *Inga edulis*, *Pseudosamanea saman* y *Albizia carbonaria*, establecidas a densidades de siembra de 70, 123 y 278 árboles por hectárea. De los resultados, bajo las condiciones ambientales presentadas durante la época de las evaluaciones y del manejo agronómico de los sistemas de producción, se obtuvo que la mejor respuesta en producción de café (22.382 kg ha<sup>-1</sup> de café pergamino seco), se presentó con el componente arbóreo de *I. densiflora*, *P. saman* y *A. carbonaria*, con una distribución espacial a 6,0 x 6,0 m. La producción bajo las especies evaluadas y distribuidas espacialmente a 9,0 x 9,0 m fue similar (12.687 kg ha<sup>-1</sup> de café pergamino seco). Con el componente arbóreo establecido a 12,0 x 12,0 m, no hubo respuesta del café.

**Palabras clave.** Sistemas agroforestales, sombrío estratificado, producción de café bajo sombra.

## PRODUCTION OF *Coffea arabica* CASTILLO® VARIETY IN AN AGROFORESTRY SYSTEM, IN THE DEPARTMENT OF SANTANDER

In order to identify the planting density of the stratified shade with which the highest yield of Castillo® Variety coffee was obtained, a work of research was carried out at the Villa Sofia farm, located in the Capellania village, Charalá municipality, Santander department, at 6° 18' N and 73° 06' W; and an altitude of 1,480 m. The evaluated shade species were *Erythrina fusca*, *Inga densiflora*, *Inga edulis*, *Pseudosamanea saman* and *Albizia carbonaria*, established at planting densities of 70, 123 and 278 trees per hectare. The results, under the environmental conditions presented during the evaluation period and the agronomic management of the production systems, indicate that the best response in coffee production (22,382 kg ha<sup>-1</sup> of dry parchment coffee) occurred with the arboreal component of *I. densiflora*, *P. saman* and *A. carbonaria*, with a spatial distribution of 6,0 m x 6,0 m. The production under the species evaluated and spatially distributed at 9.0 m x 9.0 m was similar (12,687 kg ha<sup>-1</sup> of dry parchment coffee). With the tree component established at 12.0 m x 12.0 m there was no response from coffee.

**Keywords.** Agroforestry systems, shade stratified, coffee production under shade.

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

La inclusión de árboles de sombra en el café es controversial, y la decisión de cultivar el café con árboles de sombra depende de muchos factores, entre los que cabe mencionar: las características del suelo, su relieve, susceptibilidad a la erosión, profundidad, fertilidad natural y las condiciones climáticas (Lin, 2007). Son diversas las ventajas que los árboles de sombra tienen sobre el café, entre ellas pueden citarse: los árboles contribuyen al mejoramiento de la fertilidad del suelo y facilitan el manejo del cultivo, por ejemplo, en el control de arvenses, efecto benéfico en el ciclo hidrológico, protegen el cultivo de plagas, enfermedades y condiciones climáticas adversas (Farfán, 2014; Farfán y Sánchez, 2016).

En el campo de la agroforestería son básicos los estudios sobre la importancia relativa de la competencia por luz, agua y nutrientes, a lo largo de los gradientes ecológicos, para identificar los factores limitantes en un rango de condiciones biofísicas (Soto et al., 2000). Es importante conocer los efectos de la arquitectura y dinámica de la copa del árbol de diferentes especies y tamaños sobre la disponibilidad de la Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA) en el cultivo (Friend, 1984), los efectos de la sombra sobre la fenología del café, particularmente la iniciación y desarrollo del fruto; pero más importante aún es conocer las interacciones entre las densidades de siembra del árbol y del café, y sus efectos sobre la producción del cultivo, cuando se establece bajo cubierta arbolada (Farfán, 2014).

Son diversas las alternativas para el establecimiento de los árboles de sombra al café, entre las que sobresalen las hileras de árboles, los sombríos simples o con una sola especie, los sombríos estratificados o el empleo de varias especies de árboles

que se desarrollan a diferentes tasas de crecimiento, alcanzando diferentes alturas, lo que se denomina estratificación vertical (Farfán, 2016). Estos árboles pueden plantarse a diferentes distancias de siembra y disímiles arreglos espaciales, al cuadro o al triángulo, entre otros, definido como estratificación horizontal, con el fin de lograr una mayor interceptación de la RFA por parte de cultivo, traducida en rendimiento.

El estudio tuvo como objetivo identificar la densidad de siembra del sombrío de *Erythrina fusca*, *Inga densiflora*, *I. edulis*, *Pseudosamanea saman* y *Albizia carbonaria*, en arreglos espaciales de 6,0 x 6,0 m, 9,0 x 9,0 m y 12,0 x 12,0 m, con la que se obtuviera el mayor rendimiento del café Variedad Castillo®, en el municipio de Charalá, departamento de Santander.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Sitio de realización.** El estudio se realizó en la finca Villa Sofía, vereda Capellanía, municipio de Charalá, departamento de Santander, a 6° 18'N y 37° 06'W y altitud de 1.480 m. Bajo la coordinación de la Estación Experimental San Antonio, departamento de Santander.

**Material vegetal.** Las especies leguminosas empleadas como sombríos fueron: *Erythrina fusca* (písamo, cámbulo), *Inga densiflora* (guamo macheto), *Inga edulis* (guamo santafereño), *Pseudosamanea saman* (nauno) y *Albizia carbonaria* (carbonero). De café se empleó la variedad Castillo®, establecida a una única densidad de 6.400 plantas/ha

**Tratamientos.** Los tratamientos, 15 en total, estuvieron compuestos por la combinación de tres distancias de siembra del sombrío y las cinco especies leguminosas (Tabla 1).

**Tabla 1.** Tratamientos evaluados.

N°	Descripción	
	Especies de sombrío	Distancia de siembra
1	<i>Erythrina fusca</i>	6,0 x 6,0 m (278 árboles/ha)
2	<i>Inga densiflora</i>	
3	<i>Inga edulis</i>	
4	<i>Pseudosamanea saman</i>	
5	<i>Albizia carbonaria</i>	
6	<i>Erythrina fusca</i>	9,0 x 9,0 m (123 árboles/ha)
7	<i>Inga densiflora</i>	
8	<i>Inga edulis</i>	
9	<i>Pseudosamanea saman</i>	
10	<i>Albizia carbonaria</i>	
11	<i>Erythrina fusca</i>	12,0 x 12,0 m (70 árboles/ha)
12	<i>Inga densiflora</i>	
13	<i>Inga edulis</i>	
14	<i>Pseudosamanea saman</i>	
15	<i>Albizia carbonaria</i>	

**Diseño experimental.** Se aplicó un diseño de bloques al azar para cada distancia de siembra del componente arbóreo, con cuatro replicaciones. El factor de bloqueo fue la pendiente del terreno o diferentes tipos de suelo.

**Variable de respuesta y análisis estadístico.** La variable de respuesta fue la producción acumulada ( $\text{kg ha}^{-1}$  de café pergamino seco), durante cinco cosechas y se realizó el análisis de varianza al 5% bajo el diseño de bloques completos al azar y prueba de comparación de Duncan al 5%.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el departamento de Santander, cuya caficultura se caracteriza por estar establecida en sistemas agroforestales, los porcentajes de sombra que debe mantener el cultivo fluctúan entre el 28,0% y el 42,0%, porcentajes que

están en función del número de horas de brillo solar anual (Farfán & Jaramillo, 2009). Los porcentajes de sombra registrados en el período 2011 a 2015 fueron en promedio del 40,0% bajo el sombrío a 6,0 m x 6,0 m, del 30,0% en sombrío a 9,0 m x 9,0 m, y por debajo del 20% en el sombrío a 12,0m x 12,0 m. Como respuesta al bajo porcentaje de sombra en la más baja densidad de siembra del sombrío, las plantas de café presentaron defoliación severa, baja tasa de crecimiento, pérdida de sitios mayor al 20% y muy baja producción.

Las fluctuaciones de temperatura, humedad y radiación solar aumentan significativamente a medida que disminuye la cobertura de sombra, y es mayor la pérdida de humedad del suelo en épocas secas (Lin, 2007). Investigaciones realizadas por Farfán y Sánchez (2016) encontraron que la mejor respuesta en producción del café variedad Castillo®, en el municipio de El Socorro-Santander, fue con

el sombrío de *Inga edulis* establecido a 9,0 x 9,0 m y 10.000 plantas de café por hectárea.

En la Tabla 2 se presentan resultados de la producción registrada con los sombríos establecidos a densidades de 123 y 278 árboles/ha. Los resultados observados en café bajo sombrío con 70 árboles/ha no se tuvieron en cuenta para el análisis.

Se realizaron pruebas de comparación Duncan (5,0%) entre las producciones bajo cada especie de sombra y para cada distancia de siembra del sombrío. Con el sombrío establecido a 6,0 x 6,0 m los rendimientos máximos se alcanzaron con *I. densiflora*, *P. saman* y *A. carbonaria*, con una producción media de 22.382 kg ha<sup>-1</sup> de café pergamino. El sombrío en el café causa reducción en la incidencia de la radiación solar global, la radiación fotosintéticamente activa y la radiación neta, y atenúa la temperatura máxima de las hojas, el aire y el suelo, durante el día (Morais et al., 2006). También contribuye a la reducción de la evaporación del agua

del suelo y la transpiración de las plantas, ofreciendo mayor protección de los cultivos al déficit hídrico (Friend, 1984; Lin, 2010; Siles et al., 2010).

Con sombrío establecido a 123 árboles/ha no hubo diferencias estadísticas, con una producción promedio con este modelo agroforestal fue de 12.687 kg ha<sup>-1</sup> de café pergamino seco. Como efecto de reducir la densidad de siembra del componente arbóreo en 155 plantas, se afectó la producción cerca del 40%. Las plantas de café bajo sombra poseen tasas fotosintéticas más altas, que disminuyen por encima de 25°C, debido a una reducción de la conductancia del mesófilo, ya que la estomática permanece inalterada entre 25 y 35°C (Kumar & Tieszen, 1980). El café puede ser clasificado como una especie de sombra facultativa, exhibiendo características de plantas adaptadas al sol junto con atributos de aclimatación de la sombra; no obstante, esta capacidad de adaptación está influenciada por el nivel de nutrición de las plantas (Fahl et al. 1994).

**Tabla 2.** Producción acumulada en el período 2011 a 2015, de café pergamino seco (en kg ha<sup>-1</sup>).

Especies de sombrío	Distancia de siembra	Producción de café	Coefficiente de variación
<i>Erythrina fusca</i>	6,0 x 6,0 m	16.444 b	0,24
<i>Inga densiflora</i>		21.618 ab	0,12
<i>Inga edulis</i>		16.382 b	0,15
<i>Pseudosamanea saman</i>		23.840 a	0,15
<i>Albizia carbonaria</i>		21.688 ab	0,07
<i>Erythrina fusca</i>	9,0 x 9,0 m	11.222 a	0,47
<i>Inga densiflora</i>		14.131 a	0,30
<i>Inga edulis</i>		12.933 a	0,13
<i>Pseudosamanea saman</i>		11.858 a	0,30
<i>Albizia carbonaria</i>		13.289 a	0,54

Medias con letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

La sombra provoca diferencias en el comportamiento fisiológico de las plantas de café, como el mejoramiento de la fotosíntesis y aumento del índice de área foliar, resultando en un mejor rendimiento que bajo luz solar directa. Las plantas con sombra poseen mayor potencial bioquímico y fisiológico convertido en alta producción de materia seca que garantiza altos rendimientos de café a largo plazo (Bote & Struik, 2011). Todas estas condiciones en conjunto propician un ambiente favorable para el desarrollo del cultivo, traducido en mayor rendimiento, cuando las condiciones de clima no son favorables para su establecimiento a libre exposición solar.

Los trabajos realizados por Soto et al. (2000) indican que el número de especies de árboles, expresados como riqueza de especies, densidad de siembra y arquitectura diversa, entre otros, no tienen efectos significativos sobre los rendimientos del café. Si se establece

el café bajo sombrío simple, es decir una sola especie, los resultados sugieren el empleo de árboles de copa estrecha o columnar (Farfán, 2014), de abundante ramificación y follaje, que proporcionen rápidos y altos porcentajes de cobertura.

De los resultados obtenidos para este sitio de estudio, bajo las condiciones ambientales presentadas durante la época de las evaluaciones (2011 a 2015) y del manejo agronómico de los sistemas de producción, puede inferirse que en sistemas agroforestales los mejores resultados se obtienen con las especies leguminosas *I. densiflora*, *P. saman* y *A. carbonaria*, con una distribución espacial de 6,0 x 6,0 m, con 278 árboles/ha. Al establecer la misma densidad de siembra del café (6.400 plantas/ha), con sombrío de estas especies leguminosas y densidades de 123 árboles/ha, se redujo la producción cerca del 40,0%.

## LITERATURA CITADA

- Bote, A. D., & Struik, P. C. (2011). Effects of shade on growth, production and quality of coffee (*Coffea arabica*) in Ethiopia. *Journal of Horticulture and Forestry*, 3(11), 336–341. <https://doi.org/10.5897/JHF.9000045>
- Fahl, J. I., Carelli, M. L. C., Vega, J., & Magalhães, A. C. (1994). Nitrogen and irradiance levels affecting net photosynthesis and growth of young coffee plants (*Coffea arabica* L.). *Journal of Horticultural Science*, 69(1), 161–169. <https://doi.org/10.1080/14620316.1994.11515262>
- 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., & Sánchez, P. M. (2016). Densidad de siembra del café variedad Castillo en sistemas agroforestales, en el departamento de Santander Colombia. *Revista Cenicafé*, 67(1), 55–62. <http://hdl.handle.net/10778/678>
- Farfán, F. (2014). *Agroforestería y sistemas agroforestales con café*. Cenicafé. <http://hdl.handle.net/10778/4213>
- Farfán, F. (2016). Sistemas agroforestales para establecer en la finca cafetera. *Avances Técnicos Cenicafé*, 474, 1–8. <http://hdl.handle.net/10778/4214>
- Friend, D. J. C. (1984). Shade adaptation of photosynthesis in *Coffea arabica*. *Photosynthesis Research*, 5(4), 325–334. <https://doi.org/10.1007/BF00034977>
- Kumar, D., & Tieszen, L. L. (1980). Photosynthesis in *Coffea arabica*. I. Effects of Light and Temperature. *Experimental Agriculture*, 16(1), 13–19. <https://doi.org/10.1017/S0014479700010656>
- Lin, B. B. (2007). Agroforestry management as an adaptive strategy against potential microclimate extremes in coffee agriculture. *Agricultural and Forest Meteorology*, 144(1–2), 85–94. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2006.12.009>
- Lin, B. B. (2010). The role of agroforestry in reducing water loss through soil evaporation and crop transpiration in coffee agroecosystems. *Agricultural and Forest Meteorology*, 150(4), 510–518. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2009.11.010>

- Morais, H., Caramori, P. H., Ribeiro, A. M., Gomes, J. C., & Kogushi, M. S. (2006). Microclimatic characterization and productivity of coffee plants grown under shade of pigeon pea in Southern Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41(5), 763–770. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2006000500007>
- Siles, P., Harmand, J. M., & Vaast, P. (2010). Effects of *Inga densiflora* on the microclimate of coffee (*Coffea arabica* L.) and overall biomass under optimal growing conditions in Costa Rica. *Agroforestry Systems*, 78(3), 269–286. <https://doi.org/10.1007/s10457-009-9241-y>
- Soto, L., Perfecto, I., Castillo, J., & Caballero, J. (2000). Shade Effect on Coffee Production at the Northern Tzeltal Zone of the State of Chiapas, Mexico. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 80(1-2), 61–69. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(00\)00134-1](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(00)00134-1)