

## Sistemas de producción con café a libre exposición solar o en sistemas agroforestales Condiciones para su establecimiento

El sistema de producción agrícola es un proceso dirigido a transformar componentes abióticos como la oferta ambiental en ingresos económicos, mediante componentes bióticos como las variedades cultivadas, ordenados en arreglos espaciales y cronológicos, sometidos a prácticas adecuadas de manejo.

La estructura de los sistemas de producción se denomina arreglo y ordena los componentes bióticos en el tiempo y el espacio. El fin de cualquier sistema de producción agrícola es su salida como productos comerciales, estos deben evaluarse para recomendar el mejor sistema en función de sus componentes frente a recursos como el suelo y el clima (10).





**Cenicafé**  
Ciencia, tecnología  
e innovación  
para la caficultura  
colombiana

#### Autores

##### **Fernando Farfán Valencia**

Investigador Científico II

Disciplina de Fitotecnia  
Centro Nacional de Investigaciones  
de Café - Cenicafé  
Manizales, Caldas, Colombia

#### Edición

Sandra Milena Marín López

#### Fotografías

Archivo Cenicafé

#### Diagramación

Luz Adriana Álvarez Monsalve

#### Imprenta

<https://doi.org/10.38141/10779/0485>

ISSN - 0120 - 0178

Los trabajos suscritos por el personal técnico del Centro Nacional de Investigaciones de Café son parte de las investigaciones realizadas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Sin embargo, tanto en este caso como en el de personas no pertenecientes a este Centro, las ideas emitidas por los autores son de su exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente las opiniones de la Entidad.

Manizales, Caldas, Colombia  
Tel. (6) 8506550 Fax. (6) 8504723  
A.A. 2427 Manizales  
[www.cenicafe.org](http://www.cenicafe.org)

Los sistemas de producción con café integran factores de tipo edáfico, climáticos y de manejo. Entre las principales prácticas a considerar para establecer sistemas de producción con café (1), se destacan:

- ▶ La variedad del cultivo que se selecciona con base en aspectos agroecológicos.
- ▶ La procedencia del material vegetal a establecer para garantizar plantas bien desarrolladas, formadas y muy productivas durante todo el ciclo de vida del cultivo.
- ▶ La densidad de siembra del café y el arreglo espacial.
- ▶ Las épocas de siembra y la duración de los ciclos de producción.
- ▶ La época adecuada para renovación del cafetal.
- ▶ El plan de nutrición del cultivo y las prácticas de manejo de plagas y enfermedades potenciales en cada localidad.
- ▶ Establecimiento de sistemas de producción de café a libre exposición solar o en sistemas agroforestales de acuerdo al rango altitudinal, a las características físicas y químicas de los suelos que predominan y a las variables de clima de la zona.

Todas las prácticas agronómicas que se presentan en la Figura 1 tienen como propósito incrementar la productividad del cultivo y la rentabilidad del sistema de producción.

Definir si se establece el sistema de producción a libre exposición solar o con el acompañamiento de árboles como sombrío, de acuerdo a las características de clima y suelo predominantes, es determinante, para alcanzar el máximo nivel de producción. En consecuencia, es importante considerar que el sombrío no es universalmente benéfico y que, en algunas condiciones, se registran desventajas asociadas con la restricción de la incidencia de la radiación solar, que es el factor determinante de la productividad; igualmente, establecer sistemas de producción con café a libre exposición solar donde por condiciones de clima y suelo es necesaria la presencia de árboles de sombrío, es detrimental para la producción (3).

En la Estación Experimental Paraguaicito (Quindío) se evaluó entre 1997 y 2002, la producción de café a libre exposición solar y bajo sombrío de *Cordia alliodora* (nogal cafetero) establecido a 6,0 m x 6,0 m (278 árboles/ha), con porcentajes de sombra superiores al 35,0%, y café establecido a densidades de siembra de 4.500 plantas/ha. En esta localidad, por condiciones de clima la caficultura puede hacerse a libre exposición solar. El efecto de la sombra se ve reflejado en la Figura 2a, la cual indica que, bajo este sistema, en esta condición climática, la producción puede verse reducida cerca del 35% (6).

Un análisis de las condiciones climáticas prevalecientes en el período de evaluación (Figura 2b), muestra un incremento cercano al 20% en la precipitación, y reducción de igual magnitud en el número de horas de brillo solar anual, entre los años 1997 a 2000 (<https://agroclima.cenicafe.org>) comparados con los registros históricos; estos eventos generalmente están asociados a la reducción en la temperatura ambiente e incremento en la nubosidad; la acción conjunta de los cuatro eventos (incremento en la precipitación y la





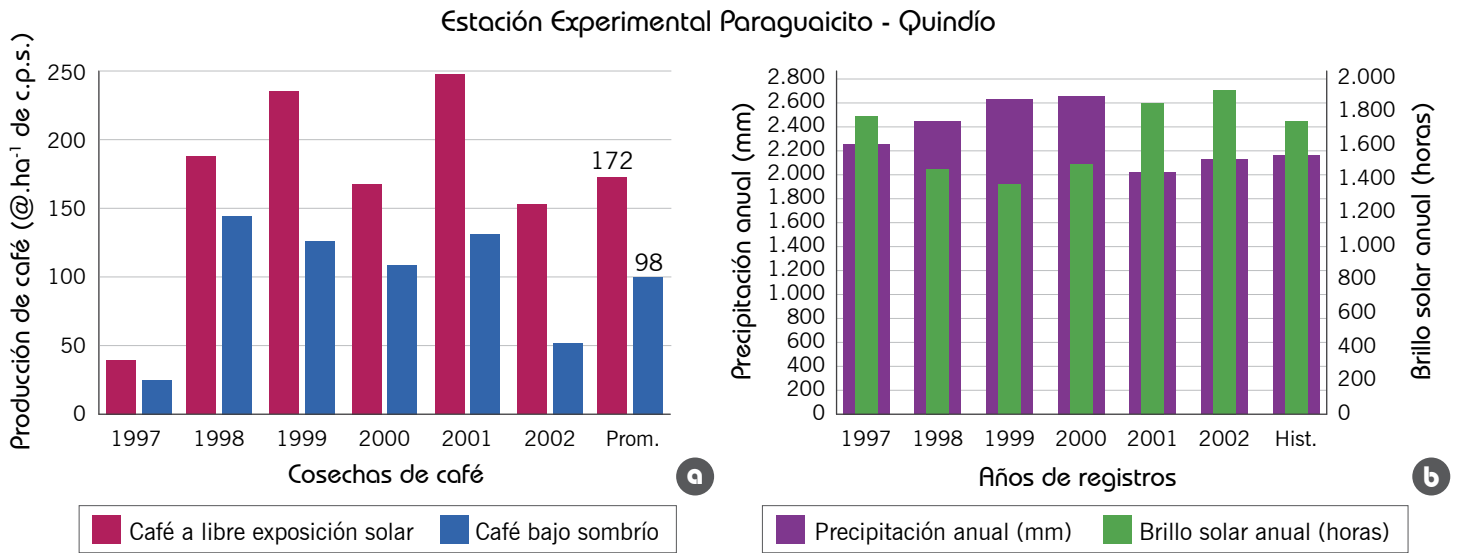
**Figura 1.** Prácticas agronómicas a implementar en un sistema de producción de café, con criterios de productividad y rentabilidad.

nubosidad, y reducción en el número de horas de brillo solar y la temperatura) conllevan a un sombreado natural en el cultivo a libre exposición solar y un mayor sombreado en el cultivo bajo sombra, afectando considerablemente la producción, donde el promedio de las producciones en el ciclo fueron de 172 y 98 @ ha<sup>-1</sup>, al sol y bajo sombra, respectivamente.

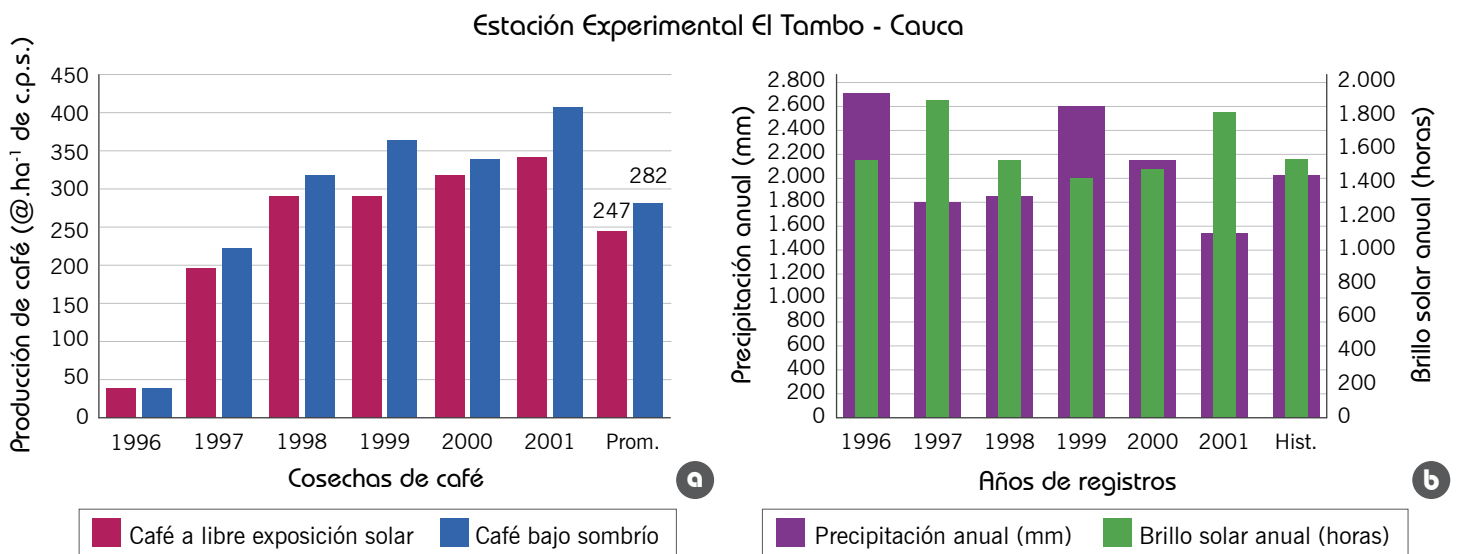
En la Estación Experimental El Tambo (Cauca), entre los años 1996 y 2001, se evaluó la producción de café a libre exposición solar y bajo sombrío de *Erythrina poeppigiana* (cámbulo) + *Inga densiflora* (guamo santafereño), establecidos a 9,0 m x 9,0 m (123 árboles/ha), con porcentajes de sombra cercanos al 30,0%, y el café establecido a densidades de siembra de 4.500 plantas/ha. En esta localidad, por presentarse

deficiencias hídricas en el suelo entre los meses de junio a septiembre (9) es recomendable el cultivo de café en sistemas agroforestales. La Figura 3a indica que bajo este sistema las producciones son superiores comparadas con el café a libre exposición solar (5).

El análisis de la precipitación y brillo solar anual prevalentes en el período de evaluación, presentado en la Figura 3b (<https://agroclima.cenicafe.org>), muestra que estas condiciones fueron favorables para el desarrollo y producción de los dos sistemas de cultivo, con 247 y 282 @ ha-año<sup>-1</sup> (promedio del ciclo). El incremento en el número de horas de brillo solar presentado en el año 2001, cercano al 20%, fue favorable para la producción de café a libre exposición solar y en SAF (345 y 410 @ ha<sup>-1</sup> de cps, respectivamente).



**Figura 2.** a. Producción de café a libre exposición solar y bajo sombrío; b. Precipitación (mm) y brillo solar (horas), anuales e histórico. Estación Experimental Paraguaicito (Quindío).



**Figura 3.** a. Producción de café a libre exposición solar y bajo sombrío; b. Precipitación (mm) y brillo solar (horas), anuales e histórico. Estación Experimental El Tambo (Cauca).

## Sistemas de producción a libre exposición solar vs. sistemas agroforestales (SAF)

### Sistema de producción de café a libre exposición solar.

Este tipo de sistema de producción se desarrolla bien en zonas con temperaturas medias entre 19,0 y 21,0°C; disponibilidad de agua durante todo el año, es decir, con las cantidades de lluvia requeridas para el café y su adecuada distribución; número de horas de brillo solar al

año que no superen las 1.800 horas, lo que significa que en las zonas se presenta alta nubosidad, y que debido a la presencia de lluvias todo el año no ocurren períodos secos durante más de tres meses continuos, pues esto ocasionaría deficiencias hídricas en el suelo, lo que limitaría el desarrollo y la producción del café (Figura 4).

Adicionalmente, los sistemas a libre exposición se recomiendan si los suelos son de relieve ondulado, con pendientes suaves (inferiores al 50%), con buen drenaje

y buena retención de humedad, y en suelos que no sean susceptibles a procesos erosivos y de alta fertilidad natural (2, 3). En este tipo de sistemas se utilizan densidades de siembra altas, entre 7.500 y 10.000 plantas por hectárea y son altamente productivos. Cerca del 60,4% (562.600 ha) de la geografía cafetera colombiana se encuentra establecida con sistemas de producción a libre exposición solar (7).

**Sistema de producción de café en sistemas agroforestales.** Un sistema agroforestal cafetero es un conjunto de prácticas de manejo del cultivo donde se combinan especies arbóreas en asocio con el café o en arborización de fincas, cuyo objetivo es el manejo y conservación del suelo y del agua, el aumento y el mantenimiento de la producción, para garantizar la sostenibilidad y el fortalecimiento del desarrollo social y económico de las familias cafeteras (2, 3).

Estos sistemas de producción deben establecerse en zonas cuya temperatura media anual supere los 22,0°C y en determinados meses del año donde se presenten temperaturas máximas superiores a esta. Son recomendables para regiones donde la cantidad de lluvia anual sea inferior a los 1.200 mm, con períodos secos marcados durante más de tres meses continuos en alguna época del año (primero o segundo semestre); estas condiciones de lluvia conducen a una falta de agua en el suelo o deficiencia hídrica, lo que provoca efectos negativos para el desarrollo y producción del cultivo. También es necesario el establecimiento de sombrío al café si la radiación solar es alta, con más de 1.800 horas al año, acompañada de una baja nubosidad (Figura 4).

Adicionalmente, este sistema con árboles asociados al café se recomienda si el relieve es quebrado, con pendientes que superen el 50%; los suelos tienen



### Café a libre exposición solar

Temperatura: 19,0 a 21,5°C  
 Precipitación anual: 1.800 a 2.000 mm  
 Horas de brillo solar al año: 1.500 a 1.800 horas  
 Nubosidad: Alta  
 Deficiencia hídrica en el suelo: No  
 Períodos secos en el año: Inferior a 3 meses



### Café en sistemas agroforestales

Temperatura: Superior a 22,0°C  
 Precipitación anual: Inferiores a 1.200 mm  
 Horas de brillo solar al año: Superior a 1.800 horas  
 Nubosidad: Baja  
 Deficiencia hídrica en el suelo: Si  
 Períodos secos en el año: Superiores a 3 meses

**Figura 4.** Características climáticas para el establecimiento de sistemas de producción de café a libre exposición solar o bajo sombrío.



limitaciones nutricionales o de baja fertilidad natural, presentan mal drenaje, baja retención de humedad y son muy susceptibles a procesos erosivos (3).

Dependiendo de las características de clima y suelos pueden establecerse entre 6.000 y 8.000 plantas/ha, implementando todo el conjunto de prácticas agronómicas descritas inicialmente. Cerca del 39,6% (369.200 ha) de la geografía cafetera colombiana se encuentra establecida con sistemas de producción bajo sombra o con sombrero parcial (6).

## Los árboles como acondicionadores del sitio de cultivo del café

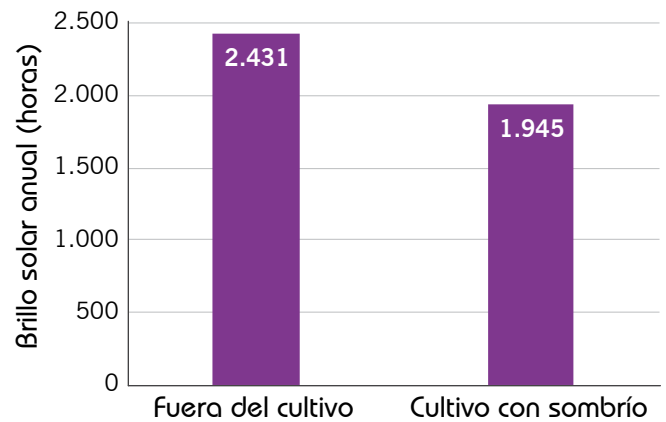
Al comparar los requerimientos de los factores climáticos necesarios para el establecimiento del cultivo del café a libre exposición solar con los requeridos para el cultivo del café bajo sombrero, se concluye que los árboles son acondicionadores de los sitios de siembra del café en regiones donde por condiciones adversas para el cultivo del café a libre exposición solar, es fundamental el establecimiento del cultivo adicional, como es el componente arbóreo.

Por ejemplo, en la Estación Experimental de Pueblo Bello en el departamento del Cesar, se compararon dos escenarios en cuanto a brillo solar anual en horas, temperatura (°C) y humedad volumétrica del suelo (mm). En el primer escenario se midieron las variables anteriores en la estación meteorológica simulando el café a libre exposición solar y en el segundo escenario se estimaron las mismas variables dentro del cultivo del café bajo árboles de sombrero.

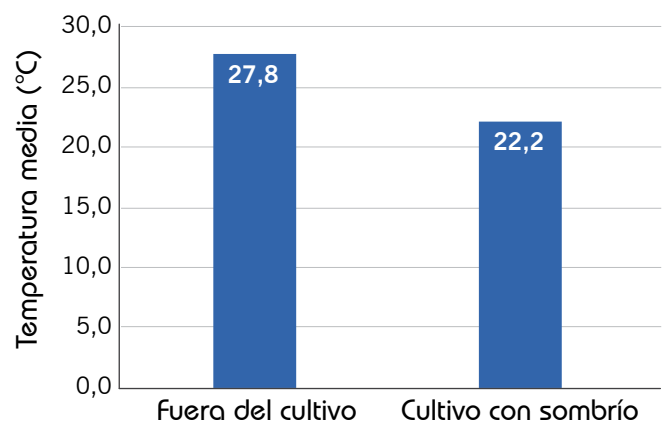
El número de horas de brillo solar anual histórico registrado en la estación meteorológica de Pueblo Bello es de 2.431 horas (8); para el cultivo del café en esta zona se requiere de la siembra de árboles para reducir cerca del 20% el número de horas de brillo solar anual (Figura 5).

Con respecto a la temperatura máxima media anual histórica registrada esta es de 27,8°C (8), con los mayores registros de temperatura entre los meses de enero a abril, coincidentes con los máximos en horas de brillo solar. Al establecer el cultivo bajo especies arbóreas logra reducirse la temperatura máxima a 22,2°C, temperatura ideal para el desarrollo y producción del café (Figura 6).

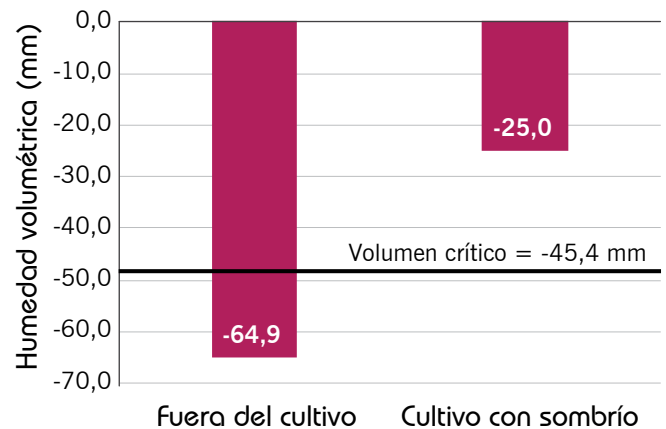
También en Pueblo Bello, con relación a la disponibilidad de agua en el suelo en sistemas agroforestales con café



**Figura 5.** Condiciones de brillo solar anual (horas) en un cultivo de café bajo sombrero. Estación Experimental Pueblo Bello (Pueblo Bello, Cesar).



**Figura 6.** Condiciones de temperatura máxima en un cultivo de café bajo sombrero. Estación Experimental Pueblo Bello (Pueblo Bello, Cesar).



**Figura 7.** Condiciones de humedad volumétrica del suelo en un cultivo de café bajo sombrero. Estación Experimental Pueblo Bello (Pueblo Bello, Cesar).

y a libre exposición solar (4), se evaluó el efecto de la cobertura vegetal muerta y arbórea sobre esta variable, los resultados mostraron que: (i) el volumen crítico o la disponibilidad mínima de agua en el suelo a 10,0 cm de profundidad, para que no se presenten problemas de desarrollo del cultivo fue de 45,4 mm; (ii) fuera del cultivo o a campo abierto se superó el volumen crítico, es decir, la deficiencia hídrica fue de 64,9 mm; (iii) con el cultivo

del café bajo árboles de *Erythrina fusca* (cámbulo) no se alcanzó el volumen crítico, de acuerdo con el análisis realizado para un solo período de evaluaciones (Figura 7).

En la Figura 8 se resumen las prácticas de cultivo a implementar, de acuerdo al sistema de producción determinado por las condiciones de clima presentadas en los sitios de establecimiento de los cultivos.



**Figura 8.** Prácticas de cultivo a implementar de acuerdo al sistema de producción determinado por las condiciones de clima presentadas en los sitios de establecimiento de los cultivos.

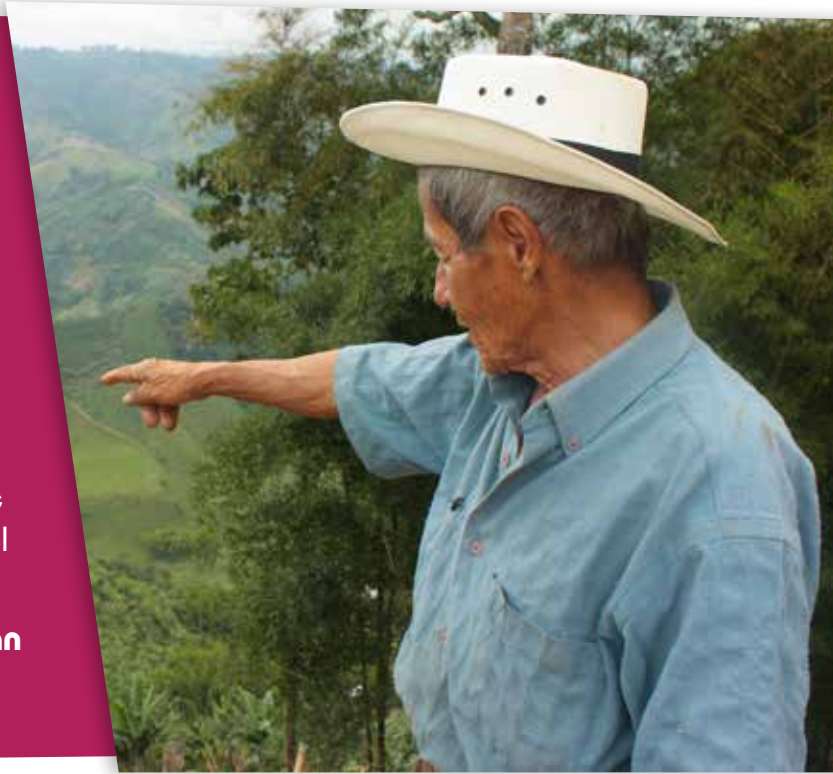


## Señor caficultor

De la selección del sistema de producción, al sol o bajo sombra, de acuerdo a las condiciones de clima presentes en la zona de cultivo, dependerá en gran medida la productividad y rentabilidad de su cafetal.

Si debido a las condiciones climáticas de su finca requiere un sistema de árboles asociados al café, recuerde que estos árboles son acondicionadores del sitio de cultivo del café y de su manejo dependerá la producción del sistema.

**Recuerde que los árboles de sombrío deberán manejarse como un cultivo adicional.**



## Literatura citada

1. CENICAFÉ. Guía: Más agronomía, más productividad. Chinchiná : Cenicafé, 2016. 89 p.
2. FARFÁN V., F. Producción de café en sistemas agroforestales. p. 161. En: ARCILA P., J. Sistemas de producción de café en Colombia. Chinchiná; Cenicafé, 2007. 309 p.
3. FARFÁN V., F.F. Agroforestería y sistemas agroforestales con café. Manizales : Cenicafé, 2014. 342 p.
4. FARFÁN V., F.F.; JARAMILLO R., A. Efecto de la cobertura vegetal muerta y arbórea sobre la disponibilidad de agua en el suelo en sistemas agroforestales con café. Cenicafé 59(1):39-54. 2008.
5. FARFÁN V., F.F.; SOLARTE P., C.R. Efecto de la cobertura arbórea y vegetal muerta sobre la producción de café, en una localidad de la zona cafetera sur de Colombia. Cenicafé 59(2):155-164. 2008.
6. FARFÁN V., F.F.; URREGO, J.B. Comportamiento de las especies forestales *Cordia alliodora* *Pinus oocarpa* y *Eucalyptus grandis* como sombrío en la productividad del café. Cenicafé 55(4):317-329. 2004.
7. FNC. Información estadística cafetera: Área cultivada según exposición solar por departamento. [En línea]. Bogotá : FNC, (s.f.). Disponible en Internet: [https://www.federaciondecafeteros.org/clientes/es/quienes\\_somos/119\\_estadisticas\\_historicas](https://www.federaciondecafeteros.org/clientes/es/quienes_somos/119_estadisticas_historicas). Consultada en diciembre de 2017.
8. FNC; CENICAFÉ. Anuario meteorológico cafetero 2016. Manizales : Cenicafé, 2017. 525 p.
9. JARAMILLO R., A.; RAMÍREZ B., V.H., ARCILA P., J. Patrones de distribución de la lluvia en zona cafetera. 2011, 12 p. (Avances Técnicos No. 410).
10. MORENO B., A. M. Producción de café en sistemas intercalados. p. 255. En: ARCILA P., J. Sistemas de producción de café en Colombia. Chinchiná; Cenicafé, 2007. 309 p.

