

501

Marzo de 2019
Gerencia Técnica /
Programa de Investigación Científica
Fondo Nacional del Café



Descripción de la estructura del dosel arbóreo al interior de un sistema agroforestal con café

El entramado formado por la disposición espacial de las hojas, ramas, ramillas y troncos de los vegetales superiores constituye lo que se conoce como cubierta o dosel vegetal; mientras que la disposición espacial (distribución y orientación), la superficie y la forma de los órganos aéreos de los árboles establecidos como sombrío en un cultivo de café, se conoce como la estructura del dosel arbóreo (Figura 1). La estructura es dinámica y cambia a escalas de tiempo que pueden ir desde minutos hasta años; adicionalmente, son organizaciones espaciales de componentes biológicos, verticalmente complejas y horizontalmente heterogéneas (Gómez, 2004).

Avances Técnicos
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

--

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



Figura 1. Ejemplo de una estructura del dosel arbóreo en un Sistema Agroforestal (SAF) con café, con especies leguminosas.

La descripción del porcentaje de cobertura de la estructura del dosel arbóreo es esencial para entender su influencia sobre la interacción planta-ambiente. Esta estructura, en particular su cobertura, controla la cantidad, calidad y la distribución espacial y temporal de la luz dentro del cultivo; también influye en la interceptación de la lluvia, acondiciona las precipitaciones al interior de la plantación (directa, por goteo y fustal), la humedad del suelo y del aire, los movimientos del aire al interior del cultivo, la temperatura y la evapotranspiración (Quesada, Somarriba y Vargas, 1987).

Este Avance Técnico tiene como finalidad: (i) Dar a conocer los conceptos de la distribución de la cobertura arbórea dentro del cultivo del café; (ii) Identificar cómo lograr dentro del cultivo la mayor cantidad de luz, de modo que se logren los máximos rendimientos del café; y (iii) Reconocer las especies, las densidades, la distribución dentro del lote y el manejo con el cual deben establecerse los árboles de sombrío.

Cobertura y cierre del dosel

Los términos “cobertura del dosel” y “cierre del dosel” son comunes y usados para describir las condiciones y estructura del dosel arbóreo en sistemas agroforestales, a continuación se presenta la definición de cada uno de ellos:

Cierre del dosel

Es la proporción del cielo oculto por el follaje de los árboles, cuando este es visto desde un único punto (Figura 2a), también es conocido como “oclusión”, y puede ser valorado en términos de porcentaje. El cierre se ve afectado por la altura de los árboles y el ancho de la copa; en ocasiones influyen otros factores como el manejo de los árboles, eventos climáticos como los vientos, la flora acompañante y la fauna (Paletto y Tosi, 2009).

Cobertura del dosel o cobertura arbórea

La cobertura del dosel se expresa como el porcentaje de la superficie total del suelo o de un cultivo cubierto por la proyección vertical de las copas de los árboles (Huynh, 2005), por ejemplo, una cobertura del 50% indica que la mitad del cultivo o del suelo está cubierto por el dosel de los árboles. El máximo teórico alcanzable por la cobertura del árbol es de 100% (Figura 2b).

Distribución del dosel o la cobertura arbórea en un cultivo de café

La cantidad y calidad de la luz dentro de un cultivo en un sistema agroforestal está determinada por el cierre y la cobertura del dosel; determinar la cantidad y calidad

de la luz dentro del cultivo bajo sombrío es importante, ya que la productividad del café depende de estos dos factores.

Cantidad de luz

Las plantas usan la luz como fuente de energía para la fotosíntesis; el término fotosíntesis se refiere a la reacción entre el dióxido de carbono y el agua, en presencia de luz, para producir carbohidratos y oxígeno, traducido esto en producción. La velocidad de este proceso depende en gran medida de la cantidad de horas luz (Buechel, s.f.). El cultivo del café requiere cerca de 1.800 horas de brillo solar al año; de cultivarse el café en zonas con brillo solar superior al mencionado, puede reducirse el número de horas con el establecimiento de árboles (Farfán, 2014).

Calidad de la luz

Se refiere al color y se divide en tres regiones: ultravioleta, luz visible y luz infrarroja. La energía más alta corresponde a la ultravioleta y es más alta que la luz roja. Los humanos vemos la luz denominada visible, y esta a su vez se divide en luz violeta, azul, verde, amarilla, naranja y roja (Buechel, s.f.). En cultivos como el café bajo sombrío, debe procurarse la máxima actividad fotosintética con la mejor calidad de radiación, es decir, con luz violeta, de lo contrario, cuando el porcentaje de sombra es mayor a los máximos permisibles para una localidad, la baja calidad de la luz (naranja o roja), afecta directamente la transpiración, la absorción de agua, la floración, la germinación, el crecimiento y la producción, de la planta (Farfán, 2007).

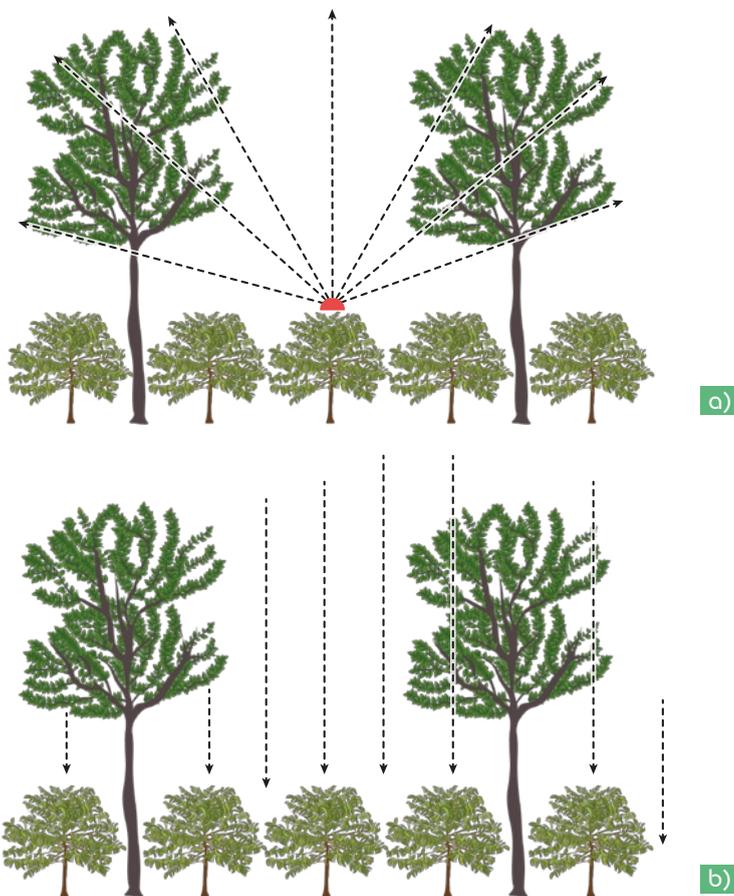


Figura 2. a) Cierre del dosel; b) Cobertura del dosel.

El dosel vegetal intercepta parte de la radiación solar y proyecta sombra dentro de un cultivo en un sistema agroforestal. En el dosel, la copa de cada árbol se ubica a cierta altura sobre el suelo y posee características particulares de forma, tamaño, densidad (opacidad) y patrón fenológico (especialmente caducidad de las hojas), que determinan las características de la sombra que se proyecta sobre el cultivo principal y sobre el suelo. En su conjunto, el dosel arbóreo y sus copas determinan la estratificación vertical y la homogeneidad espacial de la cobertura en el cultivo.

En sistemas agroforestales con café pueden encontrarse diversos tipos de cobertura impuestas por las especies seleccionadas, su arquitectura y altura. La forma del dosel o la corona de los árboles tiene importantes consideraciones al momento de ser seleccionados para los sistemas agroforestales: algunos árboles tienden a desarrollar el dosel en capas, otros conforman un dosel pequeño y alto, y otros en forma de columna, en contraste con aquellos que desarrollan una copa densa, esparcida o cónica (Farfán, 2007).

En general, en la caficultura colombiana establecida en sistemas agroforestales, dependiendo de la localidad (zonas norte, centro o sur), pueden observarse hasta tres estratos de sombra: sombra homogénea, sombra media y sombra heterogénea.

Sombrío homogéneo

Se caracteriza por emplear una sola especie para el sombrío, generalmente una leguminosa del género *Inga* sp. (guamos) o *Erythrina* sp. (cámbulo). Con esta estructura la cobertura homogénea es cerrada y baja, debido a que la distancia vertical entre el dosel de los árboles y el del café es corta y, generalmente, no supera los 15 m (Figura 3a); por lo tanto, el sombrío homogéneo, en corto tiempo origina un sombreado denso en todo el cultivo (Figura 3b), lo cual afecta la cantidad y calidad de la luz, reduciendo la producción de café si no se realiza la regulación periódica (Figura 3).

Sombrío medio

Se caracteriza por el empleo simultáneo de cuatro o más especies, generalmente leguminosas, entre las que se destacan los géneros *Erythrina* sp. (cámbulo, písamo), *Inga* sp. (guamos macheto y santefereño) y *Albizia* sp. (carbonero). Por su estratificación vertical mantienen la “sombra alejada del cultivo”, pues las especies, en conjunto, alcanzan alturas que pueden oscilar entre los 10 y 25 m (Figura 4a); y por su estratificación horizontal dan una menor cobertura al cultivo (Figura 4b). La acción de los dos factores, estratificación vertical y horizontal, proporcionan mejor calidad y cantidad de radiación al café que se desarrolla bajo esta estructura arbórea. Con este sistema, los niveles máximos de sombra permitidos para el café, de acuerdo a la nubosidad de la región, pueden alcanzarse en mayor tiempo que cuando se tiene sombrío homogéneo.

Sombrío heterogéneo

Se caracteriza por el establecimiento del cultivo bajo sombra de cinco o más especies forestales o maderables, el componente arbóreo

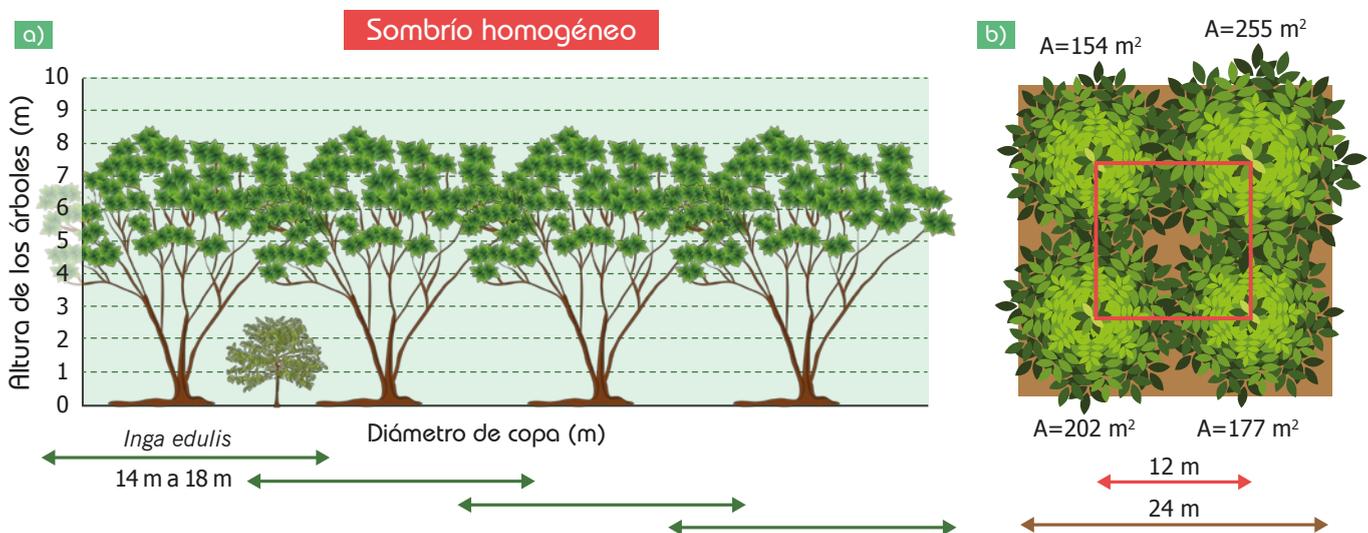


Figura 3. Cobertura con sombrío bajo y homogéneo, con una sola especie leguminosa. Las flechas indican traslape de las copas de los árboles. a) SAF vista de perfil; b) SAF vista de planta. Se presenta el área de cobertura para cada especie de árbol.

frecuentemente es explotado con propósitos económicos. Las especies comunes en estos sistemas incluyen *Juglans* sp. (cedro negro), *Cedrela* sp. (cedro rosado), *Tabebuia* sp. (guayacán), *Aniba* sp. (Laurel), *Cordia* sp. (nogal), entre otras. Por su estratificación vertical mantienen la “sombra alejada o muy alta en el cultivo”, debido a que las especies maderables en conjunto pueden alcanzar alturas que superan los 35 m

(Figura 5a). Por su estratificación horizontal dan una menor cobertura al cultivo, comparada con los sistemas anteriores; factores que en simultánea brindan una mayor cantidad y mejor calidad de radiación al café que se desarrolla bajo esta estructura arbórea (Figura 5b).

La distribución de las copas en el perfil vertical del dosel del árbol de sombra tiene efectos sobre la

cantidad y calidad de luz que recibe cada árbol de café dentro del cultivo, es decir, *los sombríos homogéneos dan sombra densa mientras que los sombríos heterogéneos dan sombra rala*¹ (Figuras 3, 4 y 5).

La sombra de una copa a cierta altura sobre el cultivo transita diariamente sobre una franja de terreno cuya longitud depende de la altura a la que se encuentre la copa. Si la copa está

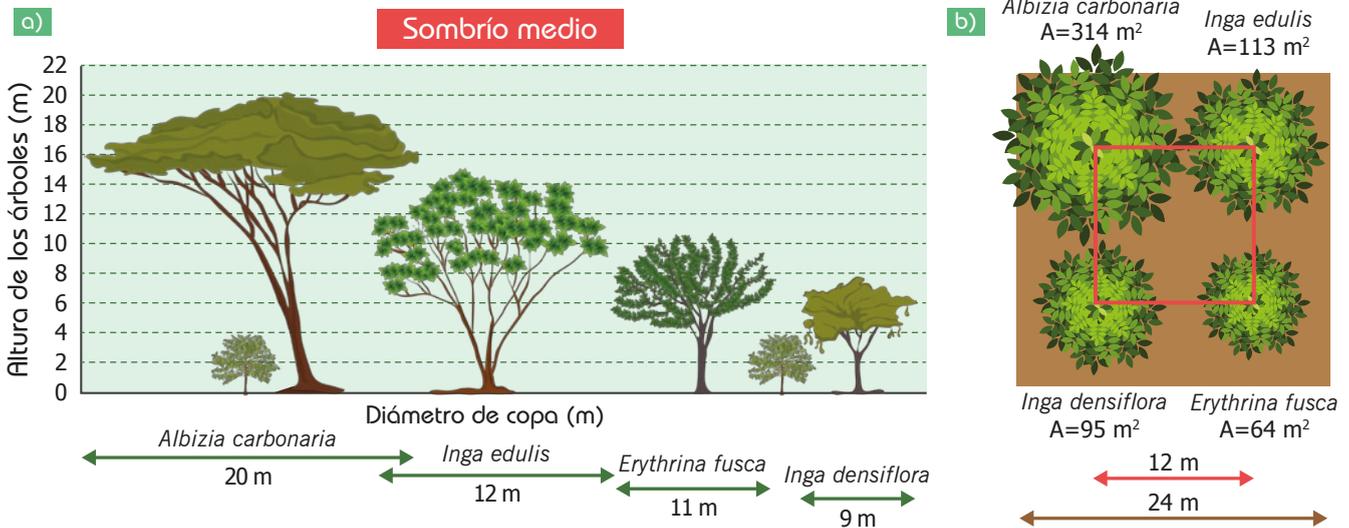


Figura 4. Cobertura con sombrío medio, con especies leguminosas. Las flechas indican traslape de las copas de los árboles. a) SAF vista de perfil; b) SAF vista de planta. Se presenta el área de cobertura para cada especie de árbol.

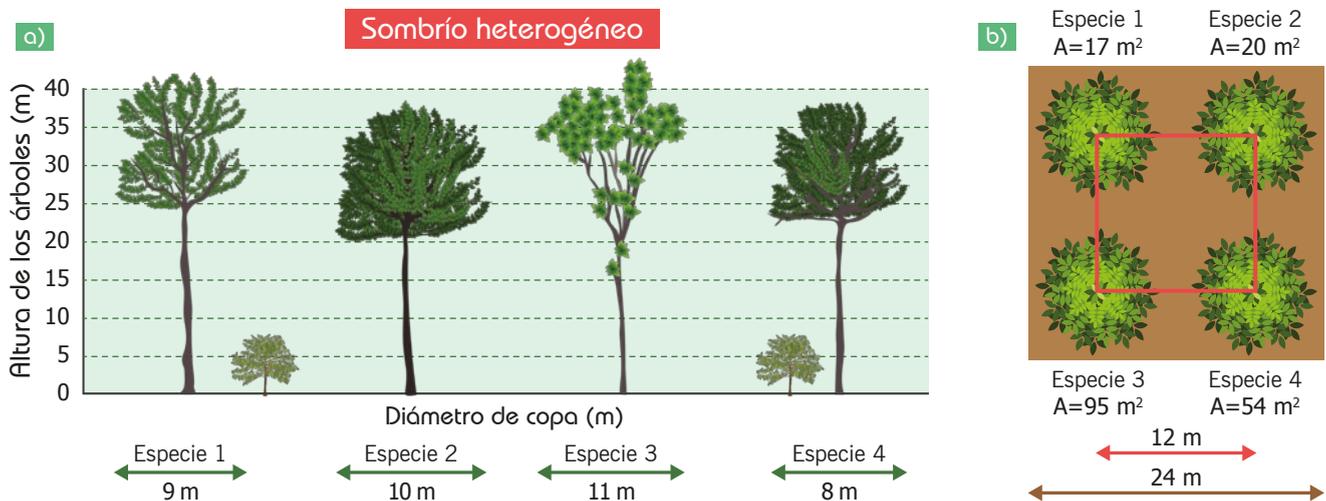


Figura 5. Cobertura con sombrío heterogéneo con especies maderables o forestales. Las flechas indican traslape de las copas de los árboles. a) SAF vista de perfil; b) SAF vista de planta. Se presenta el área de cobertura para cada especie de árbol.

¹ Se denomina sombrío ralo cuando las partes que conforman el dosel de árbol, como ramas y hojas, están más separados, comparados con otras especies arbóreas, por lo tanto, el dosel es poco denso o poblado.

baja (sombrió homogéneo a menos de 15 m), la longitud de la trayectoria diaria de la sombra será menor que la trayectoria de una copa de gran altura (≥ 35 m) en un sombrío heterogéneo; la sombra transita más rápidamente sobre su trayectoria cuando la copa está alta (Quesada, Somarriba y Vargas, 1987; Somarriba, 2002; Somarriba, 2004). Este hecho puede interpretarse como que una planta de café ubicada en el recorrido de la sombra de una copa alta o heterogénea recibirá menos horas de sombra al día que si estuviera ubicada en el recorrido de la sombra de una copa baja u homogénea.

Si entre las 9:00 a.m. y 4:00 p.m. se observa el recorrido que sobre el cultivo hace la sombra de la copa de un árbol con una altura ≥ 35 m (Figura 6), y se compara con el recorrido que hace la sombra de una copa a < 15 m de altura (Figura 7), se verá que el recorrido sobre el cultivo de la sombra de la copa a mayor altura es más largo que el recorrido de la sombra de la copa a baja altura.

Si los estratos de sombra están estrechamente espaciados horizontalmente, como se presenta con sombrío de solo *Inga* sp., (guamos), poca radiación directa oblicua pasa entre las copas de los árboles (Figura 8). Si los estratos de sombra están ampliamente espaciados horizontalmente, mucha radiación directa oblicua pasa entre las copas y alcanza los doseles bajos de la plantación (Figura 9). Un árbol de guamo y otro de nogal cafetero, por ejemplo, pueden estar establecidos uno muy cerca del otro, pero su dosel muy distante horizontalmente uno del otro, con alto traslape vertical, pero muy poco traslape horizontal o poco traslape de sombra, como se presenta en la Figura 9 (Quesada, Somarriba y Vargas, 1987; Somarriba, 2002; Somarriba, 2004). Si en la trayectoria hay copas de otras plantas de sombra en los estratos bajos, la duración efectiva del traslape vertical entre las copas es insignificante.

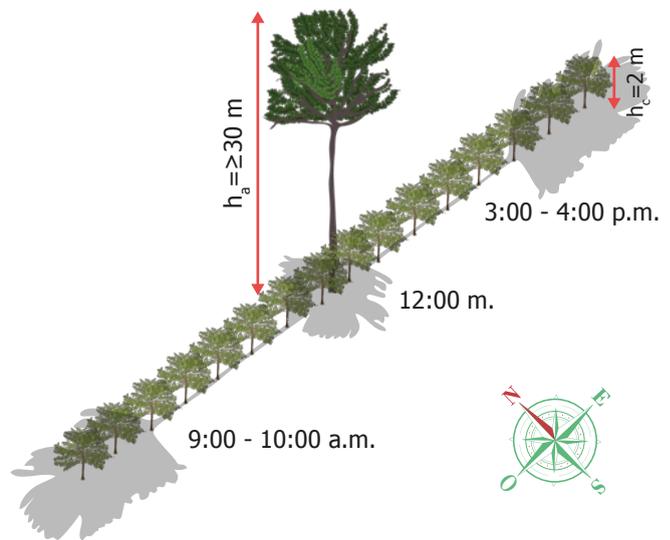


Figura 6. Recorrido que sobre el cultivo hace la sombra de la copa de un árbol con una altura ≥ 35 m.

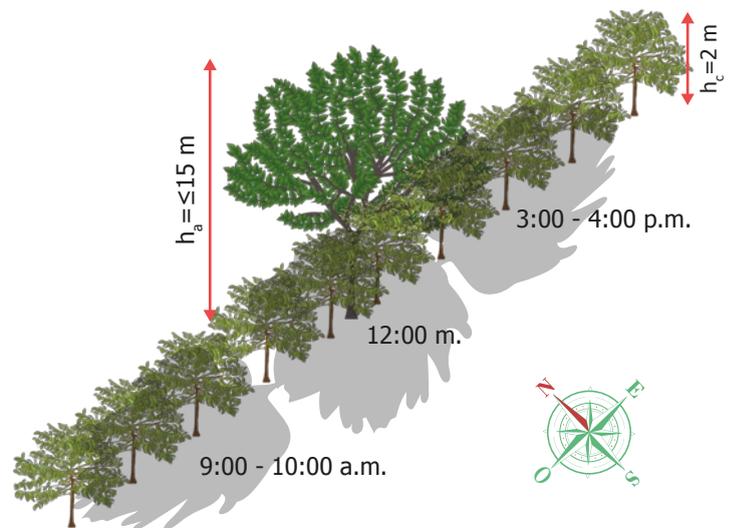


Figura 7. Recorrido que sobre el cultivo hace la sombra de la copa de un árbol con una altura < 15 m.

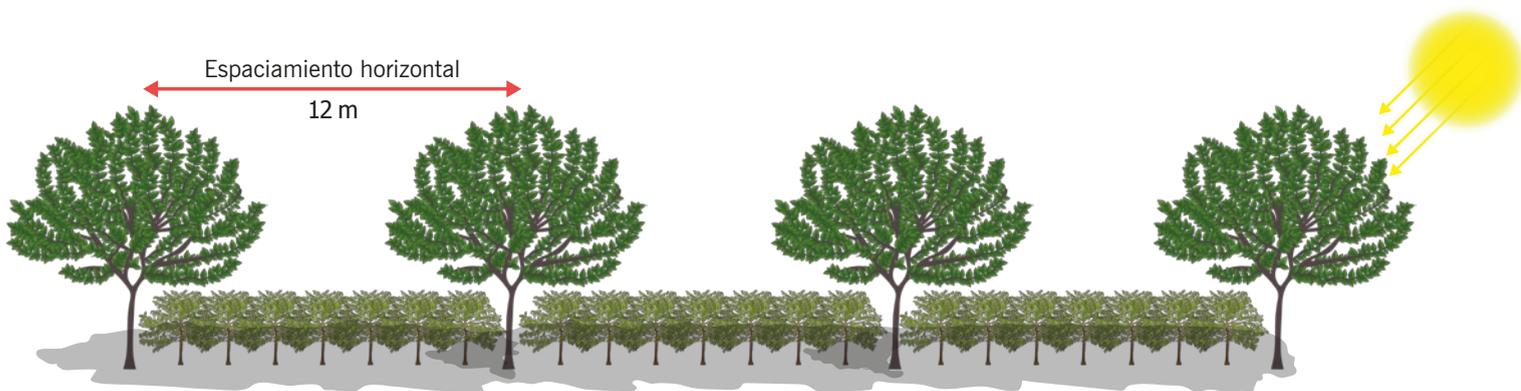


Figura 8. Café con sombrío de *Inga* sp., con distanciamiento horizontal estrecho.

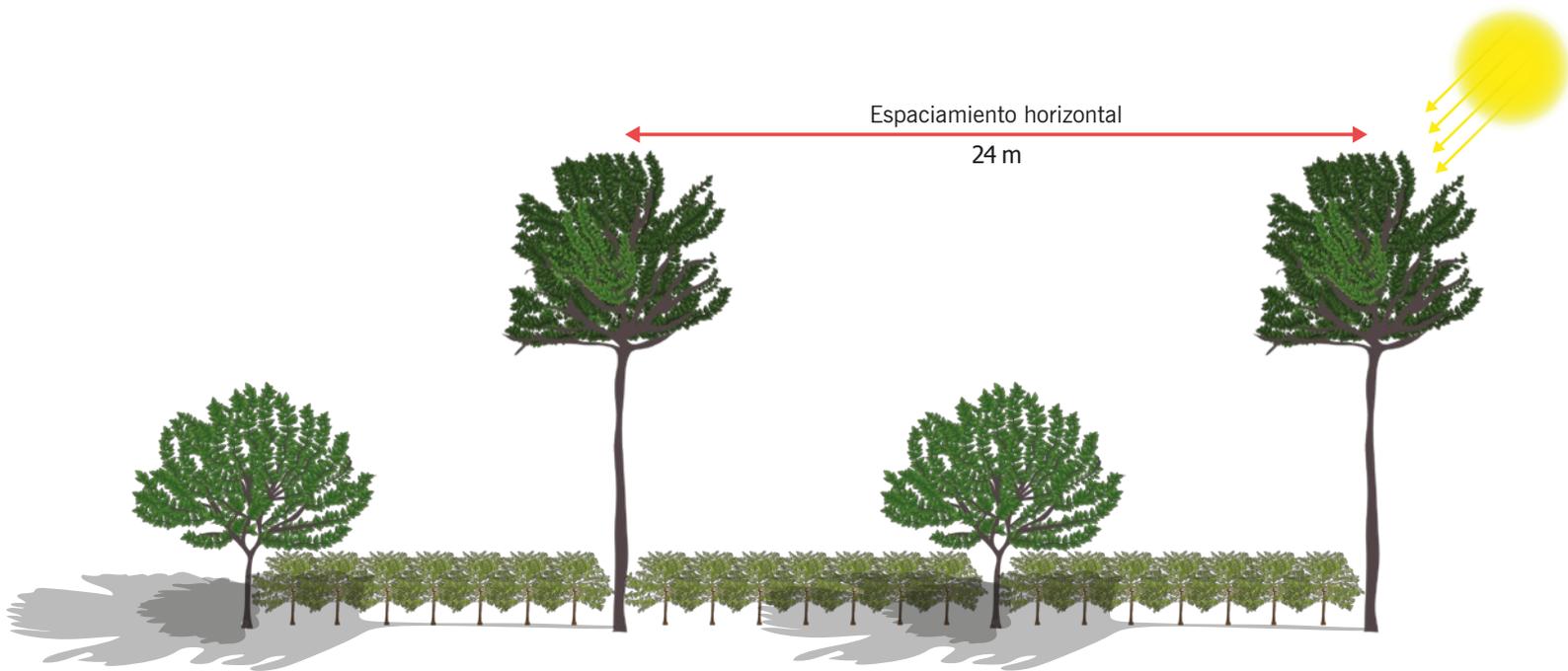


Figura 9. Café con sombrío de *Inga sp.* y *Cordia sp.*, con distanciamiento horizontal amplio.

Importancia del conocimiento de la distribución de la cobertura arbórea en un cultivo de café

En la Tabla 1 se presenta un cuadro comparativo del manejo agronómico del cultivo del café, bajo dos tipos de sombra, homogénea y heterogénea.

Tabla 1. Manejo agronómico del cultivo del café, bajo dos tipos de sombra, homogénea y heterogénea.

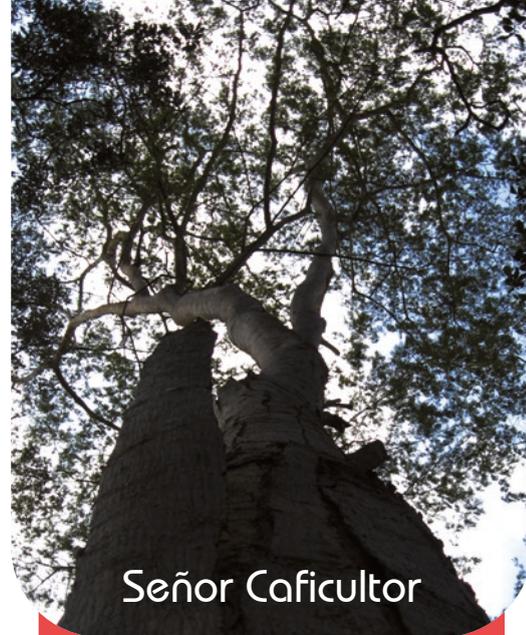
Prácticas agronómicas	Tipo de sombrío	
	Homogéneo	Heterogéneo
Variedad de café	Resistente a roya del cafeto: Castillo, Cenicafé 1, Tabi	
Densidad de siembra del café	6.000 a 8.000 plantas/ha	Hasta 10.000 plantas/ha (Cenicafé, 2017)
Ciclo de renovación	5 a 6 cosechas	4 a 5 cosechas
Época de renovación	Posterior a finalización de la cosecha principal	
Nutrición	Análisis de suelos, aplicar el 75% de la dosis de fertilizante (Farfán y Mestre, 2004)	Análisis de suelos, aplicar el 100% de la dosis de fertilizante (Cenicafé, 2017)
Manejo de arvenses	Con selector de arvenses, en focos y en las calles del cultivo	Manejo integrado de arvenses
Densidad de siembra del sombrío	70 árboles/ha	
Valoración del porcentaje de cobertura	2 veces por año	1 vez por año
Inicio de la regulación del sombrío	3° - 4° año	Indefinido
Regulación del sombrío	1 vez al año, al inicio de la época húmeda	Indefinido

En el establecimiento de un sistema de producción de café con el acompañamiento de árboles de sombrío deben:

- ▶ Elegirse especies que permanezcan durante todo el ciclo de vida del café (cerca de 20 años).
- ▶ Seleccionar especies leguminosas, máximo cuatro de ellas, por ejemplo, guamo santefereño, guamo macheto, carbonero y cámbulo.
- ▶ Establecer máximo 70 árboles/ha, entre 17 y 18 árboles de cada especie.

Literatura citada

- Buechel, T. (2017). Cómo medir la calidad y la cantidad de luz. Premier Tech Ltd. Quakertown, USA. Recuperado de <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/como-medir-la-calidad-y-la-cantidad-de-luz/>
- Cenicafé. (2017). *Informe anual Cenicafé 2017*. Recuperado de <https://www.cenicafe.org/es/publications/Informe2017.pdf>
- Farfán, F. F., & Mestre, A. (2004). Fertilización del café en un sistema agroforestal en la zona cafetera norte de Colombia. *Revista Cenicafé*, 55(3), 232-245.
- Farfán, F.F. (2007). Producción de café en sistemas agroforestales. En: J. Arcila, F.F. Farfán., A. Moreno., L.F. Salazar., & E. Hincapié (Eds.), *Sistemas de producción de café en Colombia* (pp.161-200). Manizales: Cenicafé.
- Farfán, F. F. (2014). *Agroforestería y sistemas agroforestales con café*. Manizales, Colombia: Cenicafé.
- Gómez, V. (2004). Cubiertas forestales y respuesta micro-climática. *Sistemas y recursos forestales*, 14(1), 84-100.
- Huynh, M. L. (2005). Assessment of various methods of canopy cover estimation that yield accurate results with field repeatability. Northern Arizona University, Flagstaff, Arizona, USA. Recuperado de <http://nau.edu/forestry/wp-content/uploads/sites/140/2005.MHuynh.AssessmentVariousMethodsCanopyCover.pdf>
- Paletto, A. & Tos, V. (2009). Forest canopy cover and canopy closure: comparison of assessment techniques. *European Journal of Forest Research*, 128, 265-272.
- Promis, A. & Cruz, G. (2009). Fotografías Hemisféricas: un método para estimar estructuras del dosel arbóreo e iluminación en el interior del bosque. *Revista Bosque Nativo*, 44, 12-15.
- Quesada, F., Somarriba, E. & Vargas, E. (1987). Modelo para la simulación de patrones de sombra de árboles. *Informe Técnico (CATIE)*, 187, 1-91. Recuperado de http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/3151/Modelo_para_la_simulacion_de_patrones_de_sombra.pdf
- Somarriba, E. (2002). Estimación visual de la sombra en cacaotales y cafetales. *Agroforestería en las Américas*, 9(35-36), 86-94. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11554/6237>
- Somarriba, E. (2004). ¿Cómo evaluar y mejorar el dosel de sombra en cacaotales?. *Agroforestería en las Américas*, 41-42, 120-128. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11554/6941>



Señor Caficultor

Identificar la característica del dosel o cobertura de los árboles establecidos para dar sombra al cultivo del café, como el tamaño de la copa, altura del árbol y cantidad de sombra, entre otras, es fundamental para el manejo agronómico del cultivo.

