

Criterios para el manejo del sombrío en Sistemas Agroforestales con Café

En las regiones cafeteras colombianas con condiciones limitantes de clima y suelo, el establecimiento de árboles en asocio con café es una estrategia que garantiza una mayor productividad (Farfán, 2014a; Koutouleas et al., 2022a). Los árboles de sombrío regulan la cantidad y calidad de la radiación solar, las fluctuaciones de la temperatura del aire, así como la disponibilidad de agua en el suelo, para optimizar los procesos de crecimiento y desarrollo de las plantas (Farfán, 2017; Koutouleas et al., 2022b). El establecimiento de árboles también influye en varios procesos clave para el desarrollo del cultivo de café bajo condiciones de campo, como el ciclaje, la absorción de nutrientes, la respuesta a dosis de fertilizantes, el almacenamiento del agua en el suelo, entre otros servicios ecosistémicos (Farfán, 2014a; Sauvadet et al., 2019; de Carvalho et al., 2021). Sin embargo, es necesario tener en cuenta que, para asegurar una buena productividad, el manejo agronómico debe planificarse de manera oportuna y adecuada, tanto en el cultivo de café como en los árboles de sombrío, para evitar que el exceso de sombra reduzca la producción de café.





Ciencia, tecnología
e innovación
para la caficultura
colombiana

Autores

Andrés Felipe León-Burgos

Asistente de Investigación
<https://orcid.org/0000-0002-9765-0223>

José Raúl Rendón Sáenz

Investigador Científico I
<https://orcid.org/0000-0002-5676-4670>

Alexander Jaramillo Jiménez

Auxiliar de Investigación
<https://orcid.org/0000-0003-4580-1613>

Disciplina de Fitotecnia

Hugo Mauricio Salazar Echeverry

Investigador Científico II
<https://orcid.org/0000-0003-4580-1613>
Disciplina de Economía

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

DOI (Digital Object Identifier)
<https://doi.org/10.38141/10779/0552>

Edición

Sandra Milena Marín López

Fotografías

Archivo Cenicafé

Diagramación

Óscar Jaime Loaiza Echeverri

Imprenta

ISSN-0120-0178

ISSN-2145-3691 (En línea)

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) 8500707
www.cenicafe.org

La regulación del exceso de sombra en los sistemas agroforestales con café (SAF), se realiza a través de podas, las cuales mantienen la estructura del dosel de los árboles de sombrío a lo largo del ciclo productivo del café (Farfán, 2020). Esta práctica de manejo agronómico es la más eficiente para regular la radiación solar que incide en el cultivo de café y a su vez el exceso de sombra producido por los árboles, por lo tanto, es una labor clave en la estrategia de la FNC “Más Agronomía, Más Productividad, Más Calidad”, para garantizar la rentabilidad de los caficultores colombianos (Farfán, 2020; Cenicafé, 2021).

En consecuencia, para el mantenimiento del sombrío, se han definido como criterios técnicos el porcentaje de sombra y las épocas recomendadas para iniciar las podas de mantenimiento (Farfán, 2014b, 2020). Otro aspecto de obligatorio cumplimiento, corresponde a la seguridad de los operarios en la labor de poda o raleo, considerada de alto riesgo, debido al desplazamiento mayor de 2,0 m con relación del plano de los pies del trabajador, y de esta manera, para su planificación se requiere de personal capacitado en el uso de las herramientas adecuadas y la aplicación de estándares de trabajo seguro, según la normativa colombiana (Resolución 1409 del 2012 y Resolución 4272 del 2021, MinTrabajo).

Adicionalmente, desde el enfoque ambiental, antes de iniciar las podas de formación y mantenimiento o raleos en los árboles de sombrío establecidos en el sistema agroforestal con café, es necesario tener en cuenta la normativa ambiental vigente que regula lo referente al aprovechamiento de los recursos forestales (registro del SAF o permisos de aprovechamiento), con el fin de evitar alguna sanción legal o económica por parte de las entidades encargadas de administrar y vigilar el cumplimiento de todos los requisitos, como son el Instituto Colombiano Agropecuario-ICA o las Corporaciones Autónomas Regionales -CARs.

Este Avance Técnico tiene como finalidad: i) resaltar la importancia de la regulación del sombrío y su efecto sobre la producción de café; y ii) dar a conocer de manera detallada, el proceso de planificación del mantenimiento de los árboles de sombrío, con alcance al cumplimiento de los requisitos legales que hoy el caficultor debe considerar al momento de realizar el manejo de los sistemas agroforestales con café en Colombia.

Importancia del mantenimiento de los árboles de sombrío en la productividad del cultivo de café

En un estudio realizado en la zona central cafetera colombiana, en un sistema agroforestal establecido con *Inga edulis* (guamo santafereño),

en densidades de 70 árboles y 4.500 plantas de café por hectárea, de la variedad Colombia, con 3 años de edad, se registró una producción promedio anual de 1.500 kg de café pergamino seco (c.p.s) correspondiente a un sombrío del 25% en función del brillo solar (> 1.300 horas). En ausencia de mantenimiento de los árboles de sombrío, se constató que la producción de café disminuyó gradualmente en un 10% (alrededor de 150 kg de café pergamino seco), con el incremento en los porcentajes de sombra entre 25% hasta 45% (Figura 1). Así mismo, la producción se redujo entre 650 a 850 kg de c.p.s, cuando el porcentaje de sombra superó el 50% y alcanzó hasta un 65%, respectivamente, es decir, casi dos veces más del recomendado para la localidad (Farfán, 2014a).

Con base en lo anterior, es fundamental realizar el mantenimiento de los árboles de sombrío en los sistemas agroforestales con café por medio de podas. Esta práctica permite disminuir el porcentaje de sombra a los niveles recomendados (< 45%), tal como se muestra en la Figura 2, luego de ejecutar las podas de mantenimiento en cuatro especies de árboles de sombrío. Con esto se garantiza que en el sistema de producción mejore las condiciones del sitio de siembra del cultivo de café, particularmente, la disponibilidad de radiación solar e incrementos en la absorción de agua y nutrientes (Farfán, 2014b, 2020).

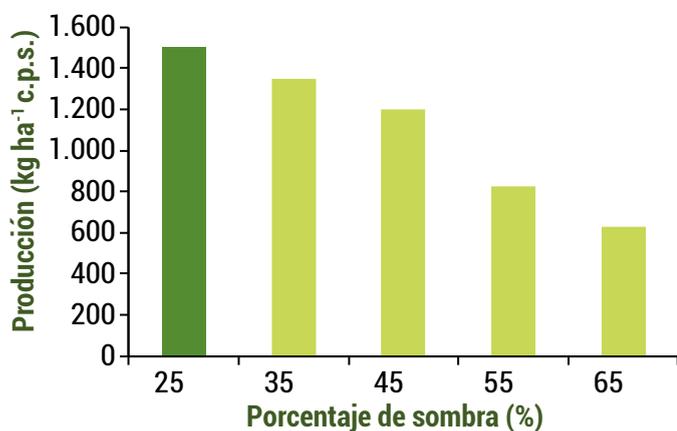


Figura 1. Producción promedio anual de café pergamino seco (c.p.s) por hectárea en un sistema agroforestal con café, de acuerdo con el porcentaje de sombra (Farfán, 2014a).

Etapas para el mantenimiento de los árboles de sombrío

La descripción de las etapas para el mantenimiento de los árboles de sombrío tiene como base el análisis realizado en las Estaciones Experimentales Naranjal (Caldas) y El Rosario (Antioquia), donde fueron seleccionados dos lotes establecidos en sistemas agroforestales estratificados. En Naranjal el sistema de producción correspondió a un lote programado para renovación del cultivo de café por siembra, con árboles de sombrío entre 13 y 14 años de edad y una distancia de siembra de 12 x 12 m (70 árboles/ha). En la Estación El Rosario, los lotes estaban establecidos con árboles de sombrío entre 7 y 8 años de edad, asociados con café variedad Tabi, en etapa de producción (entre 3 a 4 años) y una distancia de siembra de 6 x 6 m (278 árboles/ha). Los árboles de sombrío fueron *Erythrina fusca* L. (búcaro), *Inga edulis* M (guamo santafereño), *Inga densiflora* B (guamo macheto) y *Cordia alliodora* R & P. O (nogal cafetero), comúnmente establecidos en sistemas agroforestales con café en Colombia (Farfán, 2020). Adicionalmente, la selección de estos árboles se realizó por ser especies con diferentes formas del dosel; esparcido para guamo santafereño, guamo macheto y búcaro, y dosel cónico para nogal cafetero (Farfán, 2007).

Con el fin de dar cumplimiento a las regulaciones ambientales y de seguridad para el trabajo seguro en la

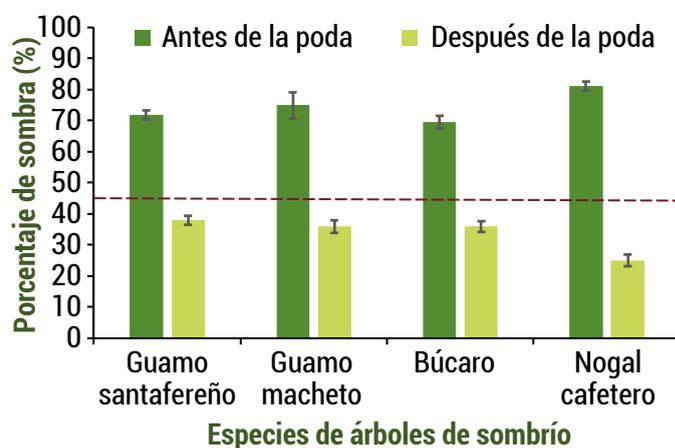


Figura 2. Efecto de las podas de mantenimiento en el porcentaje de sombra medido en la cobertura del dosel de los árboles de sombrío. La línea roja denota el valor de referencia para el porcentaje de sombra. Cada barra representa la media (n=10) ± error estándar.

actividad del mantenimiento de los árboles de sombrío, se consideraron las siguientes etapas:

1. Cumplimiento de los aspectos ambientales

En esta etapa se gestionó el registro de los lotes objeto de estudio establecido en sistemas agroforestales con café, considerando los aspectos relacionados en la Tabla 1. Para la investigación, el registro se realizó ante el ICA, de acuerdo con el Decreto 2398 del 2019-MADR, entidad encargada de administrar y vigilar los registros y permisos de movilización y aprovechamiento de recursos maderables de las plantaciones comerciales establecidas por el agricultor, y la Resolución 071641 del 2020-ICA, que establece los requisitos y procedimientos para el **registro de las plantaciones forestales comerciales o sistemas agroforestales**. Así mismo, se tuvo en cuenta el Decreto 1791 de 1996-MMADS, en el cual se establece que toda plantación forestal, sistema agroforestal y árboles en asocio con cultivos debe considerar el registro, así como los permisos de aprovechamiento. También, el

Decreto 1076 del 2015-MMADS, donde se determina que las autoridades ambientales regionales-CARs son las encargadas del registro y permisos de movilización y aprovechamiento de las áreas forestales establecidas de manera natural, es decir, sin intervención por el agricultor.

2. Planificación del mantenimiento de los árboles de sombrío

En el desarrollo de esta etapa, se establecieron los criterios técnicos y operativos para garantizar la seguridad del personal y la ejecución de las podas de mantenimiento de manera oportuna y adecuada (Figura 3). Con el fin de regular la radiación solar y garantizar una mayor disponibilidad de agua en el suelo, para los procesos de crecimiento y desarrollo de las plantas de café, la recomendación técnica para los sistemas agroforestales, consiste en realizar las podas una vez inicia el período de lluvias y con base en el porcentaje de sombra, el cual puede determinarse a través del método de estimación visual con el aplicativo HabitApp (Farfán, 2014a). Por otro lado, las podas son actividades de alto riesgo para

Tabla 1. Aspectos ambientales a considerar al momento de realizar el registro de los sistemas agroforestales con café.

Nº	Aspectos	Entidades*	
	Registro del SAF	CARs	ICA
1.1	Normativa	Decreto 1791 del 1996-MMADS	Decreto 2398 del 2019-MADR
		Decreto 1076 del 2015-MMADS	Resolución 071641 del 2020-ICA
1.3	Procedencia de los árboles	Plantación natural	Plantación establecida por el caficultor
1.4	Solicitud del formato de registro	NA	X
1.4.1	Diligenciar información de tenencia del predio y propietario	X	X
1.4.2	Información técnica de lote	X	X
1.4.2.1	Especies de árboles	X	X
1.4.2.2	Año de establecimiento	X	X
1.4.2.3	Distancias y densidad de siembra de los árboles	NA	X
1.4.2.4	Número de árboles	X	X
1.4.2.5	Volumen actual de los árboles en pie (m³)	NA	X
1.4.2.6	Registro fotográfico del lote	NA	X
1.5	Archivo de georreferenciación	X	X
1.6	Visita técnica	X	X
1.7	Plazo del trámite	30 a 80 días	365 días
1.8	Costos	X	NA

*CARs: Corporaciones Autónomas Regionales, ICA: Instituto Colombiano Agropecuario, MMADS: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, MADR: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, NA: No aplica

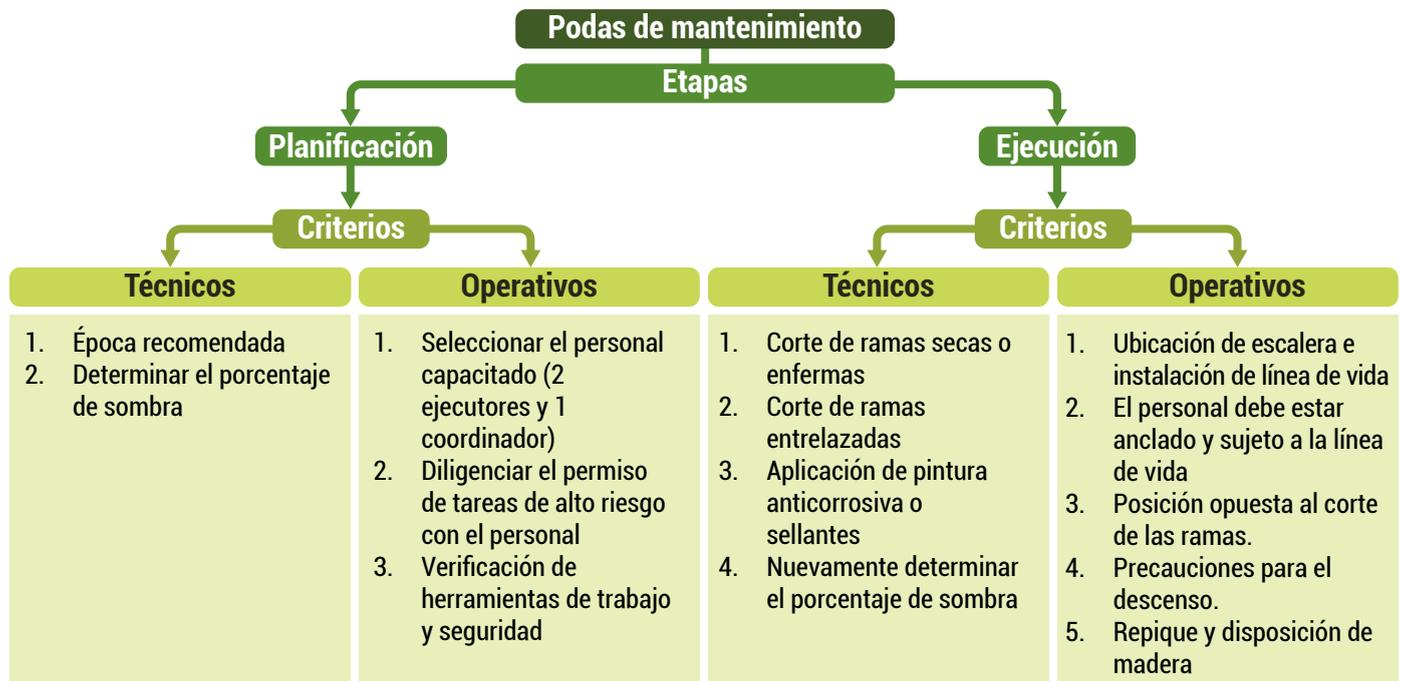


Figura 3. Criterios para la planificación y ejecución de las podas de mantenimiento de los árboles de sombrío.

las personas, por lo tanto, debe garantizarse el uso de los equipos de seguridad y las herramientas de trabajo (Tabla 2), así como la verificación e inspección detallada de cada elemento. Lo anterior, para dar cumplimiento a la resolución 1409 del 2012-Ministerio del Trabajo, por la cual se establece el reglamento de seguridad para **protección contra caídas en trabajo en alturas** y la resolución 4272 del 2021 de la misma entidad, donde se establecen las condiciones mínimas de seguridad para el desarrollo de trabajo en alturas.

De esta manera, con el propósito de tomar decisiones correctas para la ejecución de prácticas agronómicas seguras y eficientes (Figura 3), se describen los aspectos puntuales que el caficultor colombiano debe considerar al momento de realizar el mantenimiento de los árboles de sombrío.

3. Ejecución de las podas de mantenimiento

En la realización de las labores de poda, se empleó un estándar de trabajo seguro en alturas, en el cual se consideraron todos los aspectos operativos para garantizar la seguridad del personal durante la labor (Figura 3). Entre estos se consideraron: la ubicación e

instalación de la escalera con puntos fijos de amarre, que van desde el tronco del árbol hacia las escaleras (Figura 4); instalación de la línea de vida, específicamente en una rama gruesa con un buen estado fitosanitario ubicada en el tercio superior del árbol; posiciones de anclaje en dos puntos; posición opuesta durante el corte de las ramas (Figura 5); aplicación de pintura anticorrosiva (Figura 6); y el descenso del árbol. Durante el corte de ramas se recomienda realizar la poda de ramas secas o enfermas, y principalmente aquellas entrelazadas, las cuales generan autosombreamiento. Por último, se realizó el repique de los productos maderables y su disposición sobre la base del tallo de los árboles (Figura 7).

Es necesario considerar que, por cada equipo de operarios con certificación de trabajo en alturas, sólo una persona debe realizar la ejecución de las podas en el árbol y otra debe apoyar desde el suelo la labor; adicionalmente, el coordinador de trabajo en alturas debe inspeccionar en detalle toda la labor, con el fin de evitar cualquier acción de riesgo al personal en la ejecución de las tareas. Por otra parte, para garantizar el ajuste del nivel de sombrío de los árboles, es indispensable nuevamente determinar el porcentaje de sombra para comparar con el recomendado según la localidad (< 45%), tal como se muestra en la Figura 2.

Tabla 2. Equipos, materiales y elementos de seguridad empleados para el mantenimiento de los árboles de sombrío en Sistemas Agroforestales con café.

Equipos y materiales de trabajo	Elementos de seguridad
Equipo cortadora de altura	Certificado de Coordinador de trabajo en alturas
Equipo motosierra-210-250	Certificado de trabajo en alturas vigente (competencia)
Escalera dieléctrica	Casco de seguridad dieléctrico, con barbuquejo de cuatro puntos de apoyo y sistema de suspensión escualizable
Machete	Monogafa de seguridad
Lima triangular	Protectores auditivos de copa
Lima redonda motosierra	Arnés de cuerpo entero dieléctrico cuatro argollas
Lazos	Eslinga en Y con absorbedor regulable con gancho dieléctrico y argolla en reata IN 8021-2RD
Brochas	Eslinga de posicionamiento regulable para arco eléctrico en cuerda NOMEX/KEVLAR de 14 mm IN 8040-R-ARC
Pintura anticorrosiva	Cuerda 13 mm elongación 300 libras, 100% polyester
Thinner	Mosquetón de aluminio large TG automático 30 km
Aceite	Guante multiflex
Gasolina	Bota ultra liviana dieléctrico con puntera



Figura 4. Forma de ubicación y aseguramiento de la escalera para garantizar la seguridad del personal.



Figura 5. Ubicación del personal para el corte de las ramas en los árboles de sombrío.

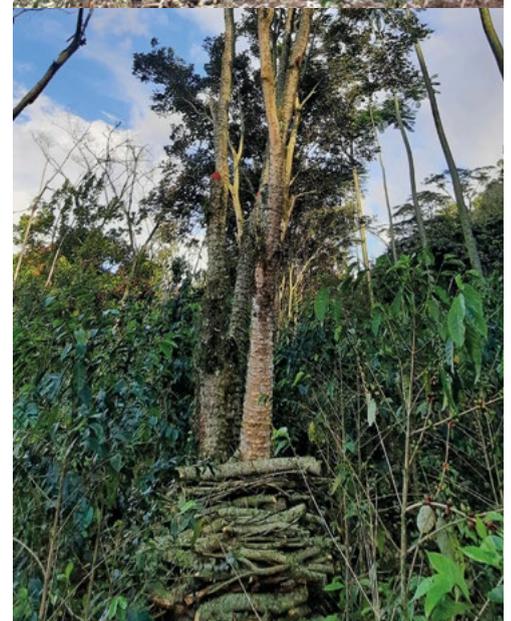


Figura 7. Disposición y repique de la madera procedente de la labor de poda.

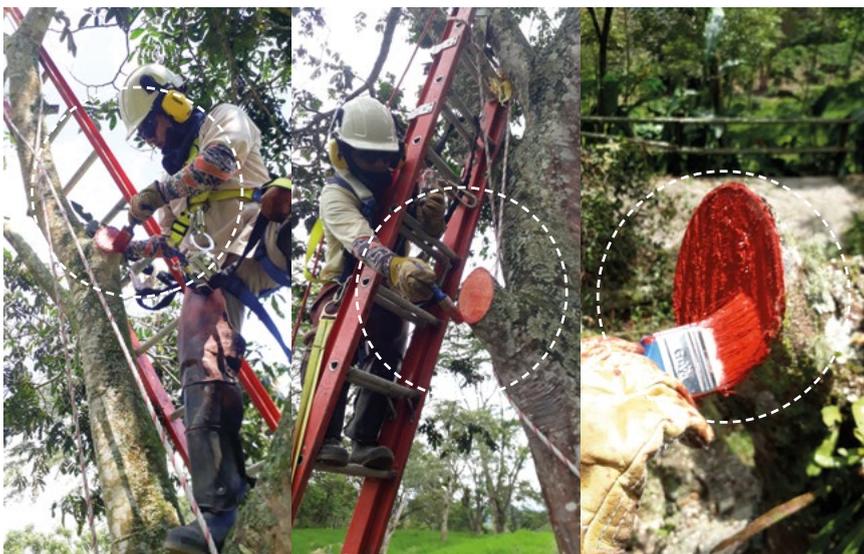


Figura 6. Aplicación de pintura después de realizar el corte en las ramas.

Familias caficultoras:

Realicen el mantenimiento de los árboles de sombrío de acuerdo con los criterios técnicos y operativos, para garantizar la seguridad del personal, el cumplimiento de los aspectos ambientales, y la ejecución adecuada de las podas.

Recuerden mantener los porcentajes de sombra en los sistemas agroforestales con café por debajo de los valores de referencia indicados según la localidad, para evitar pérdidas en la producción del cultivo de café.

Literatura citada

- Centro Nacional de Investigaciones de Café. (2021). *Guía más agronomía, más productividad, más calidad* (3a ed.). Cenicafé. <https://doi.org/10.38141/cenbook-0014>
- de Carvalho, A. F., Fernandes-Filho, E. I., Daher, M., Gomes, L. de C., Cardoso, I. M., Fernandes, R. B. A., & Schaefer, C. E. G. R. (2021). Microclimate and soil and water loss in shaded and unshaded agroforestry coffee systems. *Agroforestry Systems*, 95(1), 119-134. <https://doi.org/10.1007/s10457-020-00567-6>
- Farfán, F. F. (2007). Producción de café en sistemas agroforestales. En J. Arcila, F.F. Farfán, A. M. Moreno, L.F. Salazar, & E. Hincapié (Eds.), *Sistemas de producción de café en Colombia* (pp. 161-200). Cenicafé. <http://hdl.handle.net/10778/720>
- Farfán, F. F. (2014a). *Agroforestería y sistemas agroforestales con café*. Cenicafé. <http://hdl.handle.net/10778/4213>
- Farfán, F. F. (2014b). Mantenimiento del componente arbóreo en sistemas agroforestales con café. *Avances Técnicos Cenicafé*, 440, 1-8. <http://hdl.handle.net/10778/486>
- Farfán, F. F. (2017). Sistemas de producción con café a libre exposición o en sistemas agroforestales. *Avances Técnicos Cenicafé*, 485, 1-8. <https://doi.org/10.38141/10779/0485>
- Farfán, F. F. (2020). Administración del cultivo del café en sistemas agroforestales – SAF. En Centro Nacional de Investigaciones de Café (Ed.), *Manejo Agronómico de los Sistemas de Producción de Café* (pp. 72-123). Cenicafé. https://doi.org/10.38141/10791/0002_3
- Instituto Colombiano Agropecuario. (2020). *Por medio de la cual se establecen los requisitos y los procedimientos para el registro ante el ICA de plantaciones forestales comerciales y la expedición de certificados de movilización de productos de transformación primaria obtenidos de las plantaciones forestales comerciales registradas en el territorio nacional*. https://www.ica.gov.co/servicios_linea_forestalesprincipal/resolucion-71641-del-15-de-julio-2020-forestales.aspx
- Koutouleas, A., Sarzynski, T., Bertrand, B., Bordeaux, M., Bosselmann, A. S., Campa, C., Etienne, H., Turreira-García, N., Léran, S., Markussen, B., Marraccini, P., Ramalho, J. C., Vaast, P., & Ræbild, A. (2022a). Shade effects on yield across different Coffea arabica cultivars — how much is too much? A meta-analysis. *Agronomy for Sustainable Development*, 42(4), 55. <https://doi.org/10.1007/s13593-022-00788-2>
- Koutouleas, A., Sarzynski, T., Bordeaux, M., Bosselmann, A. S., Campa, C., Etienne, H., Turreira-García, N., Rigal, C., Vaast, P., Ramalho, J. C., Marraccini, P., & Ræbild, A. (2022b). Shaded-Coffee: A Nature-Based Strategy for Coffee Production Under Climate Change? A Review. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.877476>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2019). *Decreto 2398. Por el cual se sustituye el Título 3 de la Parte 3 del Libro 2 del Decreto Único Reglamentario del Sector Agropecuario, Pesquero y de Desarrollo Rural 1071 de 2015, relacionado con el certificado de movilización de plantaciones forestales comerciales*. <https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Decretos/Decreto%202398%20del%202019.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (1996). *Decreto 1791 de 1996. Por medio del cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal*. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1296>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). *Decreto 1076 de 2015. Esta versión incorpora las modificaciones introducidas al Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible a partir de la fecha de su expedición*. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153>
- Ministerio de Trabajo. (2012). *Resolución 1409 de 2012. Por la cual se establece el reglamento de seguridad para protección contra caídas en trabajo en alturas*. https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/45107/resolucion_00001409_de_2012.pdf
- Ministerio de Trabajo. (2021). *Resolución 4272 de 2021. Por la cual, se establecen los requisitos mínimos de seguridad para el desarrollo de trabajo en alturas*. <https://www.apccolombia.gov.co/sites/default/files/2022-03/Resolucion%204272-2021%20Reglamenta%20Trabajo%20en%20Alturas%20%281%29.pdf>
- Sauvadet, M., den Meersche, K. V., Allinne, C., Gay, F., de Melo Virginio Filho, E., Chauvat, M., Becquer, T., Tixier, P., & Harmand, J.-M. (2019). Shade trees have higher impact on soil nutrient availability and food web in organic than conventional coffee agroforestry. *Science of The Total Environment*, 649, 1065-1074. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.291>

