

Criterios para el establecimiento de cultivos de café en Colombia

Para el establecimiento de los sistemas de producción de café se han considerado como criterios determinantes: La selección de la variedad (1, 7), la calidad y procedencia de la semilla (5), la adecuada construcción y manejo de los germinadores y los almárgos de café (2, 3), con el fin de obtener colinos sanos de excelente calidad. A partir de los estudios de clima en las regiones cafeteras de Colombia, se han identificado las épocas recomendadas para las siembras de café, con menor riesgo de pérdida del material vegetal establecido (4). Todas estas recomendaciones sobre el manejo del cultivo de café tienen como finalidad garantizar la capacidad de las plantas para permanecer en el campo al menos 20 años, que darían lugar al tiempo transcurrido desde la siembra y las siguientes etapas de renovación por medio de zocas (8).

Una de las prácticas determinantes para aumentar la productividad de los sistemas de producción, es la definición de los arreglos espaciales y la densidad de siembra con la cual se establecerá la plantación. Es necesario tener en cuenta que la forma de distribuir las plantas en el terreno, con sus distancias de siembra y la densidad, influirán sobre las labores de manejo y la duración de los ciclos de producción del cultivo.





Cenicafé
Ciencia, tecnología
e innovación
para la caficultura
colombiana

Autores

José Raúl Rendón Sáenz
Investigador Científico I

Leidy Natalia Bermúdez Flórez
Asistente de Investigación

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

En este Avance Técnico se explican los criterios para el manejo agronómico en el establecimiento de los sistemas de producción de café, mediante el uso de arreglos espaciales y densidades de siembra, que permitan al caficultor tomar decisiones en el manejo de su cultivo, con el fin de usar eficientemente los recursos y mejorar la productividad.

Pendiente del terreno

La pendiente o el grado de inclinación del terreno es importante para definir la forma adecuada de siembra de los cultivos. En terrenos planos (<5%) pueden

hacerse siembras en cuadro, con iguales distancias entre plantas y surcos, en terrenos pendientes (>5%) las siembras deben hacerse en contorno o surcos a través de la pendiente, para ayudar a la conservación del suelo y disminuir los procesos de erosión causados por la circulación de los operarios al efectuar las labores de manejo del cultivo y el efecto del clima.

El cálculo de la pendiente de un terreno puede hacerse en grados o en porcentaje de pendiente. Si se desea conocer el porcentaje de la pendiente de un lote, de manera práctica con ayuda de una cinta métrica y un nivel, se mide una distancia horizontal de 2,0 m lineales sobre la ladera y luego se prolonga desde el extremo de la línea horizontal hacia abajo la distancia vertical con respecto a la ladera (Figura 1), finalmente el porcentaje (%) de pendiente del terreno se calcula mediante la Ecuación:

$$\text{Pendiente (\%)} = \frac{\text{Distancia vertical} \times 100}{\text{Distancia horizontal}} <1>$$



Figura 1. Medición de la pendiente en el terreno.

Por ejemplo, en la Figura 1, la distancia horizontal es de 2,0 m y la vertical de 1,0 m, para un porcentaje de pendiente del 50%.

En la Tabla 1 se describen los valores de la pendiente en porcentaje (%) calculados a partir de la Ecuación $<1>$, lo cual permitirá seleccionar el sistema de siembra más adecuado de acuerdo a esta característica.

Los arreglos espaciales en cuadro, rectángulo y triángulo son alternativas para establecer el cultivo en terrenos con pendientes inferiores al 5%.

Para pendientes entre el 5% y el 50% se recomiendan **arreglos espaciales en contorno o surcos a través de la pendiente**.

Con pendientes superiores al 50% debe promoverse el establecimiento de **arreglos espaciales en contorno acompañados de barreras vivas**, con el propósito de conservar el suelo.

Arreglos espaciales

Los arreglos espaciales para establecer sistemas de producción agrícola, están relacionados con la forma cómo se distribuyen las plantas en el espacio.

Para la siembra de cultivos, las distancias más amplias corresponden al espaciamiento que se deja entre los surcos (calles), y las distancias más cortas corresponden al espaciamiento que se deja entre plantas dentro del surco. Los arreglos espaciales más comunes para la siembra del café son:

Siembra en cuadro

Se consideran longitudes equidistantes que pueden corresponder a la distancia entre plantas o entre surcos (Figura 2). En las siembras al cuadro son iguales las distancias de siembra entre surcos y entre plantas, por ejemplo, 1,2 m x 1,2 m.

Siembra en rectángulo

En este arreglo se considera la mayor longitud como la distancia entre surcos y la menor longitud como la distancia entre plantas (Figura 3).

Tabla 1. Valores calculados de la pendiente del terreno en porcentaje (%).

Distancia horizontal (m)	Distancia vertical (m)	Pendiente del terreno (%)	Distancia horizontal (m)	Distancia vertical (m)	Pendiente del terreno (%)
2	0,1	5	2	1,1	55
2	0,2	10	2	1,2	60
2	0,3	15	2	1,3	65
2	0,4	20	2	1,4	70
2	0,5	25	2	1,5	75
2	0,6	30	2	1,6	80
2	0,7	35	2	1,7	85
2	0,8	40	2	1,8	90
2	0,9	45	2	1,9	95
2	1,0	50	2	2,0	100

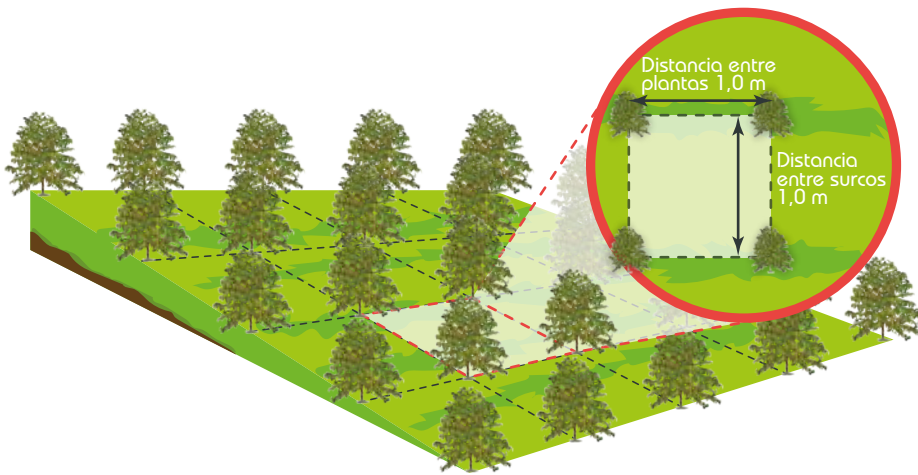


Figura 2. Arreglo espacial de las plantas de café en cuadrado.

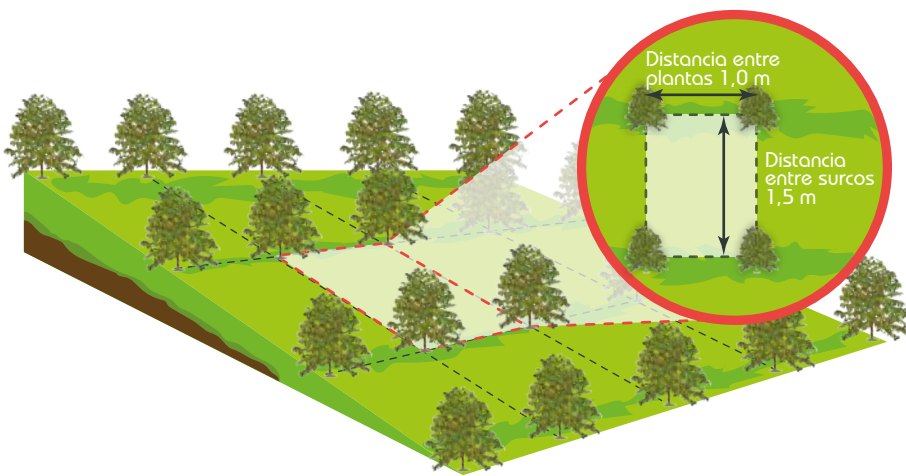


Figura 3. Arreglo espacial de las plantas de café en rectángulo.

Siembra en triángulo

Las siembras con arreglo espacial en triángulo, comúnmente conocido como tres bolillo, incrementan la densidad de plantas en un 15%, comparada con una siembra en cuadrado o en rectángulo, siempre y cuando las distancias del triángulo en sus tres lados sean iguales. Si el triángulo se forma determinando una distancia mayor entre surcos con relación a la distancia entre plantas, la densidad de plantas se incrementa en menor proporción (Figura 4).

Siembra en curvas a nivel

Tiene como finalidad contribuir a la conservación del suelo cuando el grado de pendiente es alto. Este sistema de siembra permite establecer las plantas en hileras o surcos a través de la pendiente, los cuales se ajustan al contorno del terreno (Figura 5).

Siembras con barreras de otros cultivos asociados

Los sistemas de producción tienen la posibilidad de establecerse en asocio con otras especies de valor económico o de conservación, considerando una de las especies como cultivo principal (Figura 6). La forma como se define la distribución espacial de los cultivos en asocio debe garantizar una mínima competencia entre los cultivos, con un manejo agronómico independiente, como en el caso de la fertilización. Entre las especies de común asocio con el cultivo de café se encuentran el plátano, especies frutales semiperennes y perennes, y especies forestales con propósito económico.

Arreglos cronológicos

Los arreglos cronológicos hacen referencia a la forma cómo pueden establecerse dos o más cultivos agrícolas en períodos de tiempo, asociados a la duración de los ciclos de producción. Estos arreglos pueden ser siembras simultáneas, escalonadas y en rotación (6). En sistemas de producción con café, la oportunidad de establecer cultivos intercalados se da durante el primer año de siembra o en zoca.

Siembras simultáneas

En este tipo de arreglo se considera la siembra de dos o más cultivos en el mismo momento que se siembra el cultivo de café. Entre los cultivos que comúnmente se establecen simultáneamente están: fríjol, maíz y especies forestales con propósito económico.

Siembras escalonadas

Hace relación a los cultivos intercalados con café durante el primer año de establecimiento por siembra o al

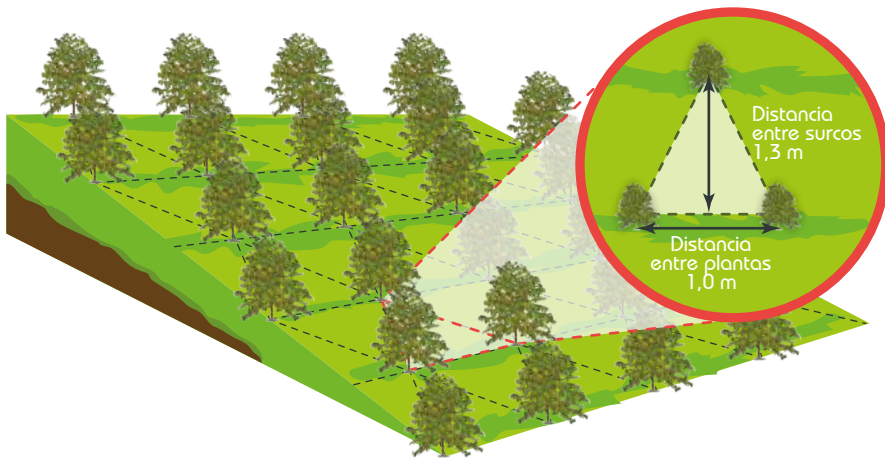


Figura 4. Arreglo espacial de las plantas de café en triángulo.

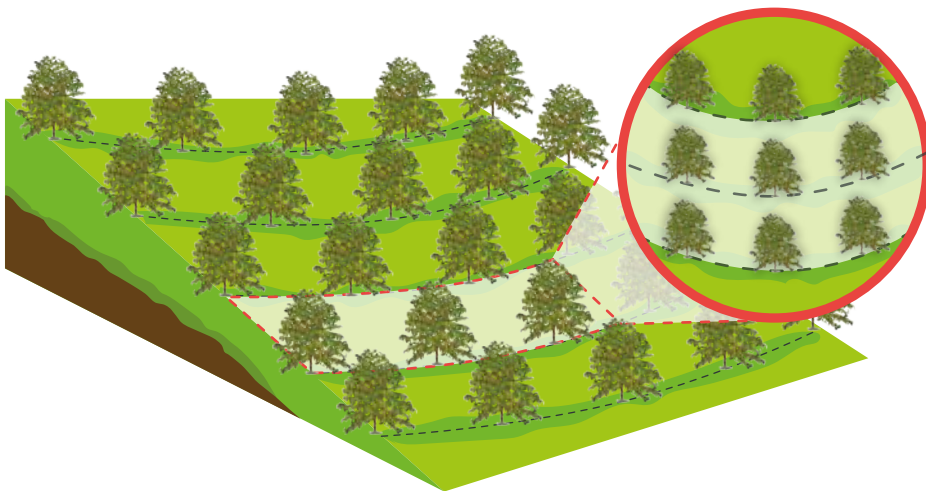


Figura 5. Arreglo espacial de las plantas de café en curvas a nivel.



Figura 6. Arreglo espacial de las plantas de café con barreras de otros cultivos asociados.

momento de realizar la zoca común. El propósito de la siembra escalonada consiste en, que una vez finalice el primer ciclo de producción del cultivo intercalado, inicie otro ciclo con el mismo cultivo, por ejemplo, dos ciclos de producción de maíz.

Siembras en rotación

A diferencia de las siembras escalonadas, las siembras en rotación permiten que una vez finalice el primer ciclo de producción del cultivo intercalado, éste pueda alternarse con un cultivo diferente, por ejemplo, un ciclo de maíz alternado con un ciclo de frijol.

Eficiencia del uso del terreno con cultivos intercalados

Durante las etapas de renovación del cultivo de café por medio de siembras o zocas, en el primer año de la etapa vegetativa, se cuenta con el espacio suficiente entre los surcos para establecer cultivos intercalados transitorios como maíz y frijol. Esta práctica aumenta la eficiencia en el uso del terreno y genera ingresos adicionales durante el período en que el café no tiene frutos para cosechar, siempre y cuando los cultivos tengan su manejo agronómico independiente, entre ellos, la fertilización y el manejo de plagas y enfermedades.

El cultivo de maíz intercalado entre los surcos de café y sembrado con densidades entre 30.000 y 45.000 plantas por hectárea, puede alcanzar rendimientos entre 3.000 y 5.000 kg.ha⁻¹ en un ciclo.

El cultivo de frijol intercalado con café, con densidades entre 80.000 y 120.000 plantas por hectárea puede alcanzar entre 500 y 800 kg.ha⁻¹ en un ciclo.

En café a libre exposición solar, el establecimiento de arreglos espaciales con barreras de otros cultivos asociados durante los ciclos de producción o arreglos cronológicos con cultivos intercalados, promueve el uso eficiente del terreno con ingresos adicionales.

Densidad de siembra

La densidad de siembra se define como el número de plantas por unidad de área, dependiendo del espaciamiento o distancias de siembra con las cuales se establece el cultivo, se tendrá como resultado el número de plantas por hectárea (Tabla 2).

Para efectos de definir las distancias de siembra en un arreglo espacial, siempre se indica primero la distancia entre plantas y luego la distancia entre surcos.

Respuesta del café al arreglo espacial

En las localidades de Naranjal en Chinchiná (Caldas) y Paraguaicito en Buenavista (Quindío), se evaluaron variables de crecimiento en siembras de café Variedad

Tabla 2. Cálculo de la densidad de siembra, número de plantas por hectárea.

Distancia entre plantas (m)	Distancia entre surcos (m)					Arreglo espacial
	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	
1,0	11.547*	10.206	9.167	7.647	7.071	Triángulo, *Triángulo - tres bolillo
1,1		9.543*	8.524	7.061	6.514	
1,2			8.019*	6.588	6.062	
1,4				5.892*	5.384	
1,5					5.132*	
1,0	10.000	9.091	8.333	7.143	6.667	Cuadro o rectángulo
1,1	9.091	8.264	7.576	6.494	6.061	
1,2	8.333	7.576	6.944	5.952	5.556	
1,4	7.143	6.494	5.952	5.102	4.762	
1,5	6.667	6.061	5.556	4.762	4.444	

Castillo®, en tres arreglos espaciales, con distancias de 1,0 x 2,0 m con dos tallos por sitio (5.000 plantas/ha), 0,75 x 1,40 m (9.523 plantas/ha) y 1,0 x 1,0 m (10.000 plantas/ha).

En la Estación Experimental Naranjal el número de cruces y el promedio de la altura por planta fueron iguales estadísticamente, en los tres arreglos espaciales. El promedio del número de cruces emitidas por mes fue de 1,4 para el arreglo espacial de 1,0 x 2,0 m, de 1,5 cruces

Cálculo de la densidad de siembra (número de plantas por hectárea)

Triángulo

$$h = \sqrt{ds^2 - \left(\frac{dp}{2}\right)^2}$$

$$\text{Densidad} = \frac{10.000 \text{ m}^2}{dp \times h}$$

Una hectárea (ha) = 10.000 m²
 dp = distancia entre plantas que forman el triángulo
 ds = distancia diagonal entre surcos que forman el triángulo
 h = distancia paralela entre surcos

Triángulo - tres bolillo

$$\text{Densidad} = \frac{10.000 \text{ m}^2}{d^2} \times 1.154$$

Una hectárea (ha) = 10.000 m²
 d = distancia entre plantas
 Constante = 1.154

Cuadro o rectángulo

$$\text{Densidad} = \frac{10.000 \text{ m}^2}{dp \times ds}$$

Una hectárea (ha) = 10.000 m²
 dp = distancia entre plantas
 ds = distancia entre surcos

para el arreglo de 0,75 x 1,40 m, y de 1,4 para el arreglo de 1,0 x 1,0 m; en el mismo orden, el promedio de la tasa de crecimiento en altura por mes fue de 6,6, 7,4 y 6,8 cm y el promedio de la tasa de crecimiento por mes para el diámetro basal de la copa fue de 5,7, 6,1 y 5,4 cm, respectivamente (Figura 7).

El diámetro basal de la copa presentó cierre de calles a los 39 meses en el arreglo espacial de 1,0 m x 2,0 m, para los arreglos espaciales de 0,75 m x 1,40 m y 1,0 m x 1,0 m el cierre de calles se registró a los 18 meses de edad.

En la Estación Experimental Paraguaicito hubo diferencias entre el arreglo espacial a 1,0 x 2,0 m y los demás arreglos espaciales, en el promedio del número de cruces por planta y en el total de cruces registradas a los 42 meses de edad de la plantación. El promedio de cruces emitidas por mes fue de 1,0 para el arreglo de 1,0 x 2,0 m, de 1,1 para el arreglo de 0,75 x 1,40 m, y de 1,2 para el arreglo de 1,0 x 1,0 m. El promedio de crecimiento en altura por mes fue de 5,6, 6,2 y 6,1 cm y el promedio del crecimiento por mes para el diámetro basal de la copa fue de 4,7, 5,2 y 4,8 cm, respectivamente (Figura 7).

El diámetro basal de la copa no presentó cierre de calles en el arreglo espacial de 1,0 m x 2,0 m a los 42 meses, momento en el cual finalizaron las observaciones; para los arreglos espaciales de 0,75 m x 1,40 m y 1,0 m x 1,0 m el cierre de calles se registró a los 24 meses de edad.

El promedio de la producción acumulada de cuatro cosechas registradas entre los años 2012 y 2016, para la localidad de Naranjal, fue igual en los tres arreglos espaciales. Para la localidad de Paraguaicito la producción fue igual entre los arreglos de 0,75 m x 1,40 m y 1,0 m x 1,0 m, mientras que el arreglo espacial de 1,0 m x 2,0 m presentó la menor producción de café cereza en esta localidad (Figura 8).

Con estos resultados se observa que la respuesta en crecimiento y producción con los diferentes arreglos espaciales depende de la oferta ambiental de cada localidad y las prácticas de manejo apropiadas para el cultivo.

La densidad de siembra y el arreglo espacial adecuados son criterios determinantes para obtener alta productividad en el cultivo de café.

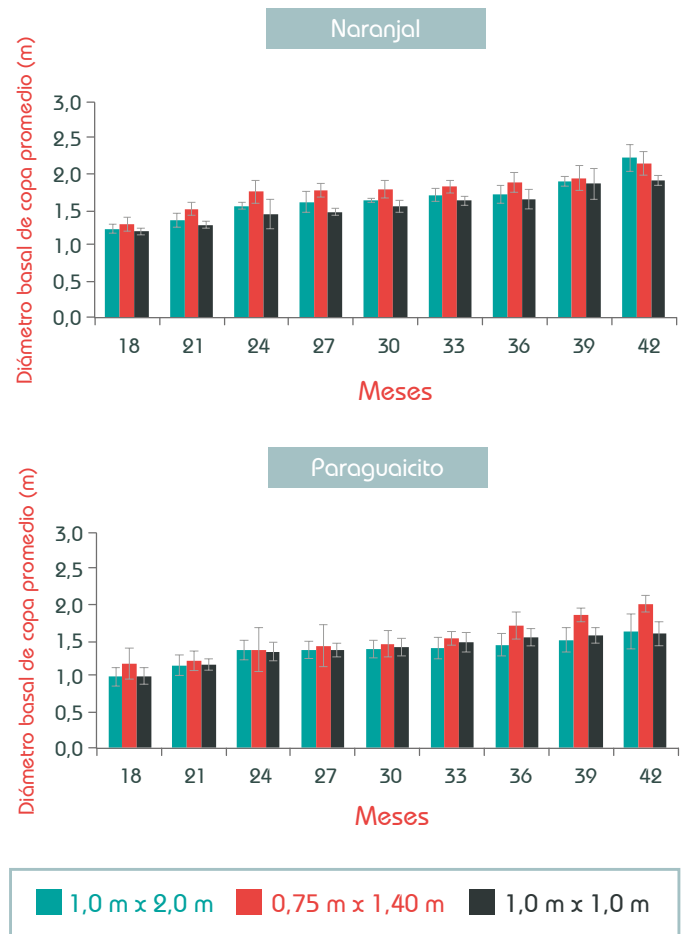


Figura 7. Promedio del diámetro basal de la copa de las plantas en las Estaciones Experimentales Naranjal y Paraguaicito. Las barras indican intervalos para la media con un coeficiente de confianza del 95%.

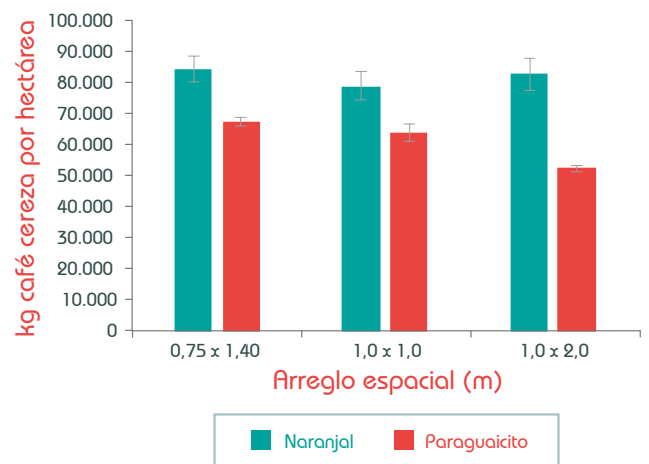


Figura 8. Producción de café cereza acumulada (kg.ha⁻¹) en las Estaciones Experimentales Naranjal y Paraguaicito.

Señor caficultor

De acuerdo con las condiciones de oferta de suelo, clima, pendiente del terreno y disponibilidad de recursos, elija la distribución y cantidad de plantas a establecer por hectárea, que garanticen en su sistema de producción:

1. Una alta productividad.
2. Eficiencia en las labores agronómicas.
3. Planificación de los ciclos de producción.



Literatura citada

1. ALVARADO A., G.; POSADA S., H.E.; CORTINA G., H.A. Castillo: Nueva variedad de café con resistencia a la roya. Avances Técnicos Cenicafe (Colombia) No. 337:1-8. 2005.
2. CASTRO T., A.M.; RIVILLAS O., C.A.; SERNA G., C.A.; MEJÍA M., C.G. Germinadores de café: construcción, manejo de *Rhizoctonia solani* y costos. Avances Técnicos Cenicafe (Colombia) No. 368:1-12. 2008.
3. GAITÁN B., A.L.; VILLEGAS G., C.; RIVILLAS O., C.A.; HINCAPIÉ G., E.; ARCILA P., J. Almacigos de café: Calidad fitosanitaria, manejo y siembra en el campo. Avances Técnicos Cenicafe (Colombia) No. 404:1-8. 2011.
4. JARAMILLO R., A. Épocas recomendadas para la siembra del café en Colombia. Avances Técnicos Cenicafe (Colombia) No. 465:1-12. 2016.
5. MEJÍA M., C.G.; POSADA S., H.E.; GARCÍA L., J.C.; CHAPARRO C., M.C.; RENDÓN S., J.R.; TREJOS P., J.F.; MONTOYA, D.F.; MENZA F., H.D.; SÁNCHEZ A., P.M.; BAUTE B., J.E.; TORRES N., J.C.; OSPINA P., C.M. Producción de semilla de variedad Castillo® y sus componentes regionales. En: Manual del cafetero colombiano. Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura. Tomo 3. 167-179. Chinchiná (Colombia): FNC: Cenicafe, 2013.
6. MORENO B., A.M. Producción de café en sistemas intercalados. En: Sistemas de producción de café en Colombia. 255-273. Chinchiná (Colombia): FNC: Cenicafe. 2007.
7. MORENO R., G. Tabi: variedad de café de porte alto con resistencia a la roya. Avances Técnicos Cenicafe (Colombia) No. 300:1-8. 2002.
8. RENDÓN S., J.R. Sistemas de renovación de cafetales para recuperar y estabilizar la producción. Avances Técnicos Cenicafe (Colombia) No. 463:1-8. 2016.

