

Administración de sistemas de producción de café a libre exposición solar

José Raúl Rendón Sáenz*

* Investigador Científico I, Disciplina de Fitotecnia, Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé
<https://orcid.org/0000-0002-5676-4670>

Rendón, J. R. (2020). Administración de sistemas de producción de café a libre exposición solar. En Centro Nacional de Investigaciones de Café (Ed.), Manejo Agronómico de los Sistemas de Producción de Café (pp. 34-71). Cenicafé. https://doi.org/10.38141/10791/0002_2



En la zona cafetera colombiana, ubicada entre 1° y 11° de latitud Norte, se encuentran las áreas para la producción del café que guardan homogeneidad en cuanto a características de suelos, clima y relieve, entre otras; estas regiones son las que actualmente se han clasificado como zonas productoras Norte y Oriente, Centro Norte y Centro Sur y zona cafetera Sur de Colombia. Las variaciones en los períodos secos y húmedos durante el año, así como las características predominantes de los suelos en cada zona, definen los diferentes sistemas de producción de café. En la zona cafetera Norte, por ejemplo, es común el cultivo del café en sistemas agroforestales, en la zona cafetera Central se encuentran cultivos de café a libre exposición solar en un alto porcentaje y en la zona Sur sistemas de producción bajo sombra y a libre exposición solar. Para maximizar la productividad y rentabilidad de los sistemas de producción, existen prácticas agronómicas definidas por Cenicafé, que inician con la selección de la variedad a establecer, el material de siembra, la densidad de siembra adecuada, los ciclos de renovación de los cultivos, la nutrición, etc. En el siguiente capítulo se presentarán los fundamentos tecnológicos sobre las prácticas de cultivo para administrar sistemas de producción de café, productivos, rentables y sostenibles, cuando son cultivados a libre exposición solar.

Establecimiento de los sistemas de producción con café

Las primeras etapas para el establecimiento de un cultivo inician con la elección de la variedad, la época correcta de siembra

y la necesidad de semilla, según la densidad de siembra y el área de terreno a cultivar. Las etapas para asegurar la obtención del material vegetal con criterios de calidad, comprenden la construcción de los germinadores y los almácigos, en los cuales se llevan al campo plántulas de cuatro a seis pares de hojas formadas, con capacidad para adaptarse a las condiciones del sitio de siembra. Previo a la siembra, el lote debe ser preparado, haciendo un oportuno control de las arvenses, regulación del sombrero, trazo, hoyado y corrección de la acidez del suelo.

Elección de la variedad

La variedad es uno de los componentes fundamentales a tener en cuenta al momento de establecer los sistemas de producción y el uso de las densidades de los cafetales. Cada variedad posee características morfológicas definidas, las cuales permitirán el uso de diferentes arreglos espaciales que potencien estas características y favorezcan su desempeño. Según la variedad, la densidad de siembra depende básicamente del porte o tamaño de las plantas.

La dinámica en la adopción de variedades indica que entre los años 1938 y 1960, la variedad Típica fue la más cultivada en América y la única en Colombia. La variedad Típica, según Castillo (1975), se caracteriza por su vigor y buen tamaño de grano. Otra variedad que se cultivó en la misma época, reconocida por sus atributos en calidad, fue la variedad Borbón. Ambas variedades de porte alto, ramas largas y empleadas en bajas densidades de siembra, 2.500 plantas/ha a libre exposición solar y 1.500 plantas/ha en sistemas agroforestales.

En el año 1960 se dio la introducción a Colombia de la variedad Caturra,

procedente de Brasil. Esta variedad es altamente productiva, compacta y de menor tamaño, lo que permitió el aumento de las densidades de siembra en los sistemas de producción de café. La densidad de siembra recomendada de hasta 10.000 plantas/ha a libre exposición solar y hasta 5.000 plantas/ha en sistemas agroforestales.

A partir de 1983 Cenicafé-FNC liberó variedades resistentes a la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*). La primera variedad compuesta y resistente obtenida fue la variedad Colombia (Híbrido de Timor x Caturra), altamente productiva y de excelente calidad en taza. El porte de esta variedad es bajo, por lo cual la densidad de siembra fue igual a la recomendada para la variedad Caturra.

En el año 2002, liberó la variedad Tabi (Híbrido de Timor x Típica y Borbón), variedad compuesta, resistente a roya, con buena productividad, granulometría y calidad en taza. Por su porte alto se recomendó inicialmente una densidad de siembra de hasta 3.000 plantas/ha en sistemas agroforestales (Moreno, 2002 a,b). Investigaciones más recientes, recomiendan densidades hasta de 5.000 plantas/ha en sistemas agroforestales (Farfán et al., 2016) (Tabla 3).

Para el año 2005, se liberó la Variedad Castillo® (Alvarado et al., 2005a) y sus componentes Regionales Castillo® Naranjal (Estación Experimental Naranjal/Chinchiná, Caldas) (Alvarado et al., 2005b), Castillo® Paraguaicito (Estación Experimental Paraguaicito/Buenavista, Quindío) (Alvarado et al., 2005c), Castillo® El Rosario (Estación Experimental El Rosario/Venecia, Antioquia) (Alvarado et al., 2005d), Castillo® Pueblo Bello (Estación Experimental Pueblo Bello/Pueblo Bello, Cesar) (Alvarado et al., 2005e), Castillo®

Santa Bárbara (Estación Experimental Santa Bárbara/Sasaima, Cundinamarca) (Alvarado et al., 2005f), Castillo® La Trinidad (Estación Experimental La Trinidad/Libano, Tolima) (Alvarado et al., 2005g) y Castillo® El Tambo (Estación Experimental El Tambo/El Tambo, Cauca) (Posada et al., 2006).

La Variedad Castillo® es una variedad dinámica, compuesta por diferentes progenies, resistente a la roya, desarrollada a partir del cruzamiento de Caturra por el Híbrido de Timor, excelente calidad en taza, altamente productiva, frutos rojos,

excelente granulometría y porte intermedio. Las densidades promedio que se han recomendado para esta variedad en las diferentes regiones cafeteras del país se presentan en la Tabla 3.

Cenicafé 1 es la nueva variedad liberada en el año 2016 por la Federación Nacional de Cafeteros (Figura 7). Es altamente productiva, resistente a la roya del cafeto y CBD (enfermedad de las cerezas del café), posee mayor calidad física del grano y es de porte bajo. La densidad de siembra en

Tabla 3. Rangos de densidad de siembra para las variedades Castillo® y Tabi, en diferentes zonas cafeteras.

| Variable | Zonificación regional | | | | |
|--------------------------------|-----------------------|-----------------|--|--|-----------------|
| | Centro-Norte | Centro-Sur | Sur | Norte | Oriente |
| Variedad | Castillo® Zonal | Castillo® Zonal | Castillo® Zonal - Tabi | Castillo® Zonal - Tabi | Castillo® Zonal |
| Densidad de siembra plantas/ha | 7.000 - 9.000 | 6.500 - 7.500 | 5.000 (Tabi) 8.000 (Variedad Castillo®) | 5.000 (Tabi) 8.000 (Variedad Castillo®) | 6.000 |



Figura 7. Línea de tiempo de variedades de café en Colombia.

sistemas de producción a libre exposición solar puede llegar hasta 10.000 plantas/ha, de acuerdo con las condiciones del lote y de la zona, para ciclos de producción de cuatro cosechas (Flórez et al., 2016).

Desde el año 2017 Cenicafé planteó la estrategia de recomposición de líneas de la Variedad Castillo para mantener la resistencia a la roya del café y a la enfermedad de las cerezas del café (CBD), a través de las variedades Castillo zona Norte, Centro y Sur (Flórez et al., 2018).

Épocas de siembra

La planificación de la siembra de los cafetales está asociada a las condiciones

climáticas de la región en cuanto a variables como radiación, temperatura y disponibilidad de agua en el suelo, ya que determinan la dinámica de crecimiento y desarrollo de las plantas (Jaramillo y Arcila, 1996; Jaramillo et al., 2011).

Para la siembra en zonas con temperatura media superior a 20°C deben establecerse los germinadores aproximadamente con 8 meses de anticipación. En zonas con temperatura media entre 18 y 19°C la semilla debe sembrarse en el germinador diez meses antes de la siembra en el campo, siempre y cuando se utilicen bolsas de tamaño 17 x 23 cm, las cuales permiten mantener los colinos durante seis meses en etapa de almácigo (Jaramillo y Arcila, 1996).

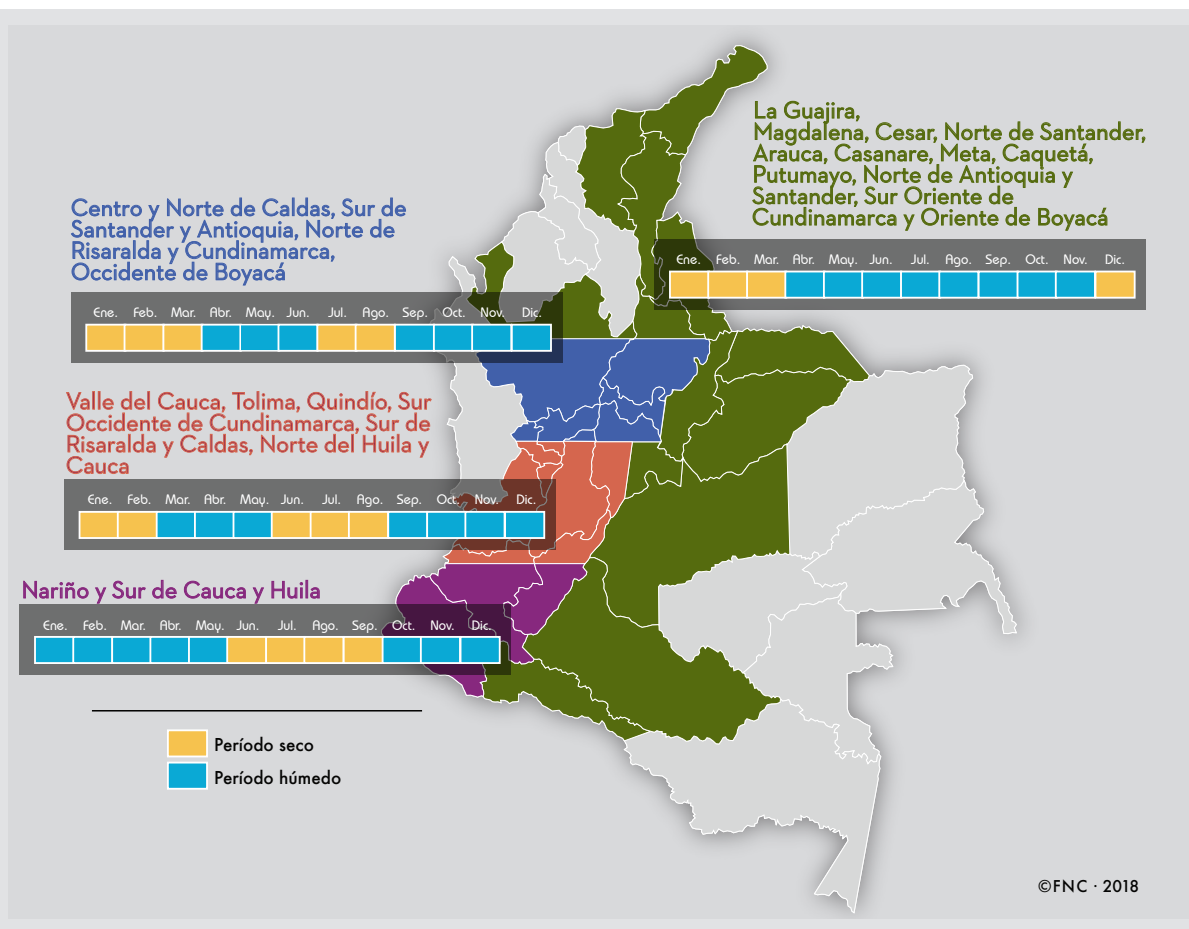


Figura 8. Períodos secos y húmedos en la zona cafetera de Colombia.

Según la probabilidad de ocurrencia de lluvias en las zonas cafeteras del país (Figura 8), las épocas recomendadas para el establecimiento de germinadores, almácigos y la siembra en el campo se describen en la Figura 9 (Jaramillo, 2016).

Además de la época adecuada para la siembra del café, la planificación está relacionada con la disponibilidad de recursos económicos para realizar las labores de adecuación del terreno, el trazo, el hoyado, la siembra y el

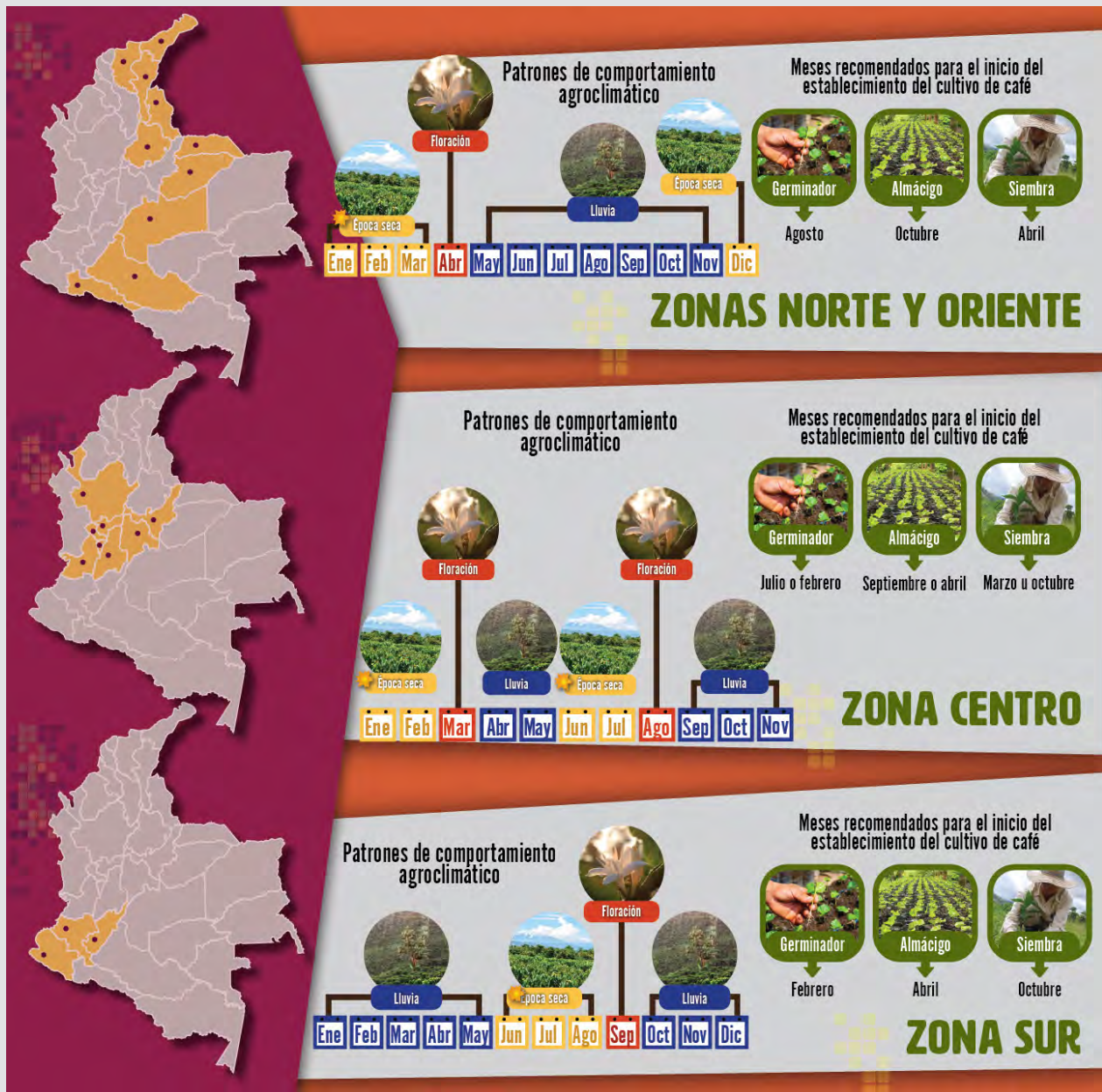


Figura 9. Épocas de siembra para el cultivo de café en la zona cafetera colombiana.

manejo agronómico del cultivo luego de establecido.

Germinadores y almácigos para siembra y resiembras

La obtención de un material vegetal sano para la siembra debe considerar la oportunidad de la labor, 6 a 8 meses antes de la siembra. Debe asegurarse la calidad de la semilla, los germinadores deben elaborarse siguiendo las recomendaciones para el manejo de *Rhizoctonia solani* o mal de tallito, utilizar el tamaño de bolsa adecuado para el tiempo de trasplante al campo y el sustrato debe estar libre de nematodos y cochinillas. Las chapolas deben ser trasplantadas una vez abran sus hojas cotiledonares y si el sustrato no contiene suficiente materia orgánica, debe implementarse una correcta fertilización para combatir problemas fitosanitarios como la mancha de hierro ocasionada por el hongo *Cercospora coffeicola* (Gaitán et al., 2011).

Durante el primer año de establecimiento del cultivo puede presentarse muerte de algunos árboles asociada a plagas, enfermedades o daños mecánicos; una forma de asegurar la densidad de siembra en los sistemas de producción, es a través de la recuperación de los sitios perdidos por medio de la resiembra de colinos. Con este fin, debe planificarse la elaboración de almácigos con mínimo un 10% más del total de plantas a establecer en el lote.

Al establecer el cultivo de café, el propósito es lograr su máxima productividad, manteniendo el número adecuado de plantas por unidad de área, con todas las plantas sanas y productivas durante el ciclo del cultivo. Un aumento progresivo en la pérdida de sitios en un lote o en la finca, puede tener como consecuencias la reducción de la producción de café (Tabla 4), presencia de arvenses de alta competencia para el cultivo de café y problemas de erosión (Moreno, 2010).

Densidad de siembra

La densidad de siembra se define como el número de plantas por unidad de área de terreno y se expresa en número de plantas por hectárea. Dentro de ella, las distancias de siembra corresponden a la forma en la cual se distribuyen las plantas en el terreno, para alcanzar una densidad.

El número de plantas de café a establecer por hectárea está determinado por la longitud del período de crecimiento y la duración del ciclo de producción asociado a la oferta ambiental y a la variedad, es decir, la edad y el número de cosechas con los cuales se consigue mantener el cultivo productivo y con opción de manejo, especialmente en la recolección (Figura 10).

Bajo condiciones en las cuales las plantas de café presentan bajas tasas de

Tabla 4.

Producción promedio de café pergamino seco (arrobas (@) por hectárea), según el porcentaje de sitios perdidos en el primer año después del zoqueo.

| Sitios perdidos (%) | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Producción @ | 282 | 259 | 269 | 232 | 219 | 201 | 195 |

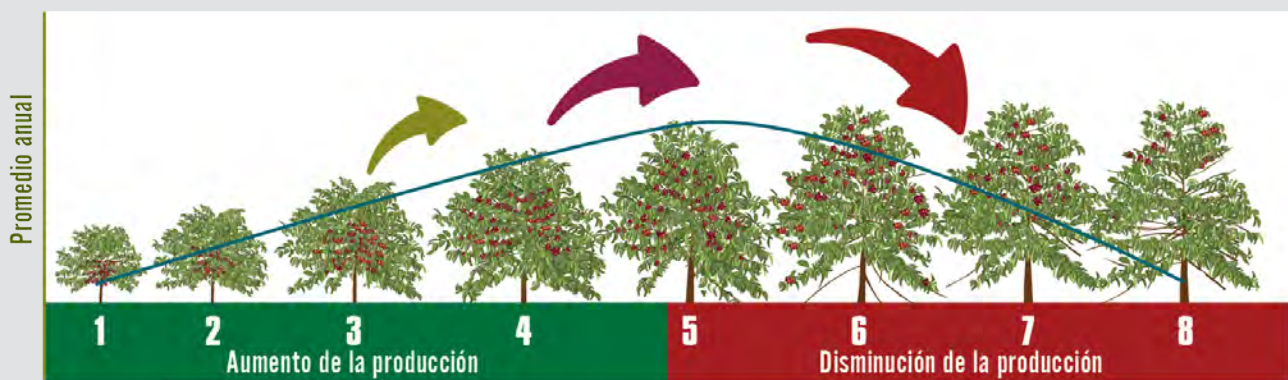


Figura 10. Representación del crecimiento de las plantas y de la producción promedio por edad, a través del tiempo.

crecimiento y los ciclos de producción son largos (7 y 8 años), para hacer un mejor uso del terreno y aumentar la producción, existe la posibilidad de establecer las máximas densidades de siembra (10.000 plantas/ha) con variedades de porte bajo. En condiciones donde las plantas de café crecen rápidamente y los ciclos de producción son cortos (5 y 6 años) la densidad de siembra debe ajustarse a rangos intermedios de 7.000 a 9.000 plantas/ha con variedades de porte bajo.

Según las condiciones de clima y suelo debe determinarse la necesidad de establecer el cultivo a libre exposición solar o bajo sombra. Si se requiere plantar árboles de sombrío, esta actividad debe hacerse preferiblemente antes de sembrar el cultivo de café; si el sombrío permanente no se encuentra establecido, debe iniciarse la siembra de un sombrío transitorio de rápido crecimiento. Para garantizar que los árboles de sombrío permanente y transitorio sean establecidos correctamente, también debe contarse con viveros construidos con anticipación y suficiente semilla.

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

La densidad de siembra del cultivo se calcula de acuerdo con las distancias de siembra y el arreglo espacial. Para calcular la densidad de siembra con un arreglo espacial en triángulo con sus tres lados iguales o tres bolillo, se utiliza la constante 1,154; la cual indica que se incrementa la densidad en un 15%.

Si el triángulo tiene uno de sus lados con diferente distancia, debe hallarse la distancia paralela entre surcos y luego aplicar la fórmula para densidad, utilizada en arreglos en cuadro o en rectángulo.

En la Tabla 5 se muestra la densidad calculada según el arreglo espacial. Se observa cómo con el arreglo espacial en triángulo la densidad se incrementa con relación a los arreglos en cuadro o en rectángulo.

Densidades de población en siembras y zocas

A través de investigaciones desarrolladas en plantaciones establecidas con café

Siembra en triángulo

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

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

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



Siembra en cuadro o rectángulo

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

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

Siembra en fajas o barreras

Una hectárea (ha) = 10.000 m²
 dp = distancia entre plantas
 ds = distancia entre surcos de café
 df = distancia de la faja (barrera de otro cultivo)
 n = número de surcos de café dentro de cada faja
 Dms = distancia media entre surcos

$$D_{sm} = \frac{df + (n - 1) \times ds}{n}$$

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

Tabla 5.

Cálculo de la densidad de siembra con diferentes arreglos espaciales.

| Distancia entre plantas (m) | Distancia entre surcos (m) | | | | | | Arreglo espacial |
|-----------------------------|----------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|---------------------|
| | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | |
| 1,0 | 11.547 | 10.206 | 9.167 | 8.333 | 7.647 | 7.071 | Triángulo |
| 1,1 | | 9.543 | 8.524 | 7.718 | 7.061 | 6.514 | |
| 1,2 | | | 8.019 | 7.226 | 6.588 | 6.062 | |
| 1,3 | | | | 6.833 | 6.204 | 5.690 | |
| 1,4 | | | | | 5.891 | 5.384 | |
| 1,5 | | | | | | 5.132 | |
| 1,0 | 10.000 | 9.091 | 8.333 | 7.692 | 7.143 | 6.667 | Cuadro o rectángulo |
| 1,1 | | 8.264 | 7.576 | 6.993 | 6.494 | 6.061 | |
| 1,2 | | | 6.944 | 6.410 | 5.952 | 5.556 | |
| 1,3 | | | | 5.917 | 5.495 | 5.128 | |
| 1,4 | | | | | 5.102 | 4.762 | |
| 1,5 | | | | | | 4.444 | |

Variedad Castillo® se han obtenido resultados relacionados con el arreglo espacial y la densidad de siembra para el

cultivo en las diferentes regiones cafeteras del país. A continuación se presentan algunas prácticas para asegurar

la densidad de siembra y aspectos concernientes con la respuesta de altas poblaciones de tallos y raleos en el ciclo de producción de las zocas.

Densidad de siembra y arreglo espacial en plantaciones de Variedad Castillo® (variedad de porte intermedio). En las Estaciones Experimentales (E.E.) Naranjal en Chinchiná (Caldas) y Paraguaicito en Buenavista (Quindío), se evaluaron variables de crecimiento bajo tres arreglos espaciales en café Variedad Castillo® con distancias de 1,0 x 2,0 m dos tallos por sitio (5.000 plantas/ha), 0,75 x 1,4 m (9.523 plantas/ha) y 1,0 x 1,0 m (10.000 plantas/ha). El número de cruces y la altura promedio por planta en la localidad de Naranjal fueron iguales en los tres arreglos espaciales. Para el diámetro basal de la copa la tasa de crecimiento promedio por mes fue de 5,7; 6,1 y 5,4 cm, respectivamente (Figura 11).

En la Estación de Paraguaicito hubo diferencias entre el arreglo espacial 1,0 x 2,0 m y los arreglos espaciales 0,75 x 1,40 m y 1,0 x 1,0 m en el número de cruces promedio por planta registradas a los 42 meses de edad de la plantación. La tasa de crecimiento en altura promedio por mes fue de 5,6; 6,2 y 6,1 cm y la tasa de crecimiento promedio por mes para el diámetro basal de copa fue de 4,7; 5,2 y 4,8 cm, respectivamente (Figura 11).

La producción acumulada promedio de cuatro cosechas, registradas entre los años 2012 y 2016, para la localidad de Naranjal, fue igual en los tres arreglos espaciales. Para las localidades de Paraguaicito y La Catalina, fue igual entre los arreglos de 0,75 x 1,40 m y 1,0 x 1,0 m, el arreglo espacial de 1,0 x 2,0 m presentó la menor producción de café cereza en estas localidades con

diferencias estadísticas respecto a los otros arreglos (Figura 12).

Según lo reportado por Arcila et al. (2007), a partir de la evaluación de densidades de siembra en varias localidades de la zona cafetera colombiana, cada sitio tiene una oferta ambiental (suelo y clima) que determina un potencial de producción específico que puede optimizarse con la densidad de siembra, para mejorar la eficiencia en la utilización de los recursos disponibles de cada sitio.

Densidad de siembra con variedades de café de porte bajo. Densidades de siembra de 2.500, 5.000, 7.500, 10.000 y 12.500 plantas por hectárea, evaluadas con variedad Colombia en diferentes localidades de las regiones cafeteras del país, demuestran la importancia de establecer altas poblaciones de plantas para alcanzar los mayores rendimientos del cultivo en los ciclos de producción (Arcila, 2002).

Los resultados son concluyentes al considerar que con variedades de café de porte bajo, las densidades de siembra inferiores a 5.000 plantas/ha ocasionan una disminución drástica de la producción, como resultado de la poca eficiencia en el aprovechamiento de los recursos disponibles (agua, energía y nutrientes) y la exigencia de largos períodos de tiempo para alcanzar un índice de área foliar óptimo. En el extremo se encuentran las densidades de siembra que superan las 10.000 plantas/ha con las cuales el incremento en la producción es despreciable y la competencia intraespecífica aumenta, ocasionando un acelerado agotamiento del cultivo (Arcila, 2002).

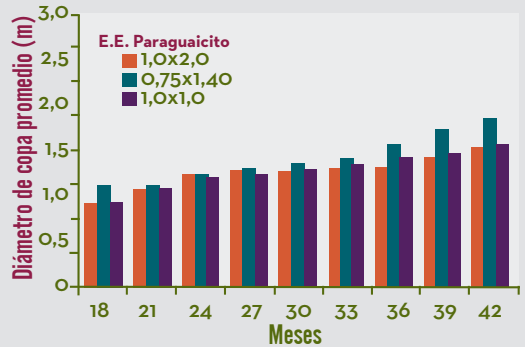
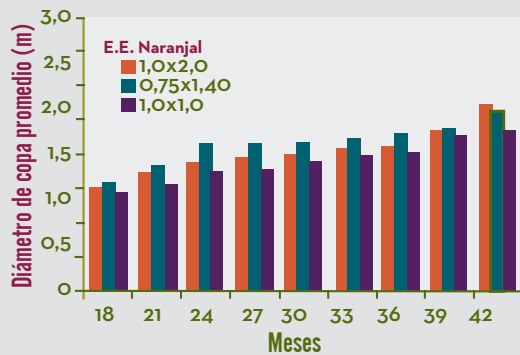
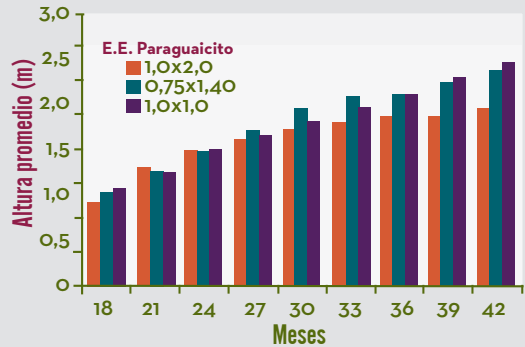
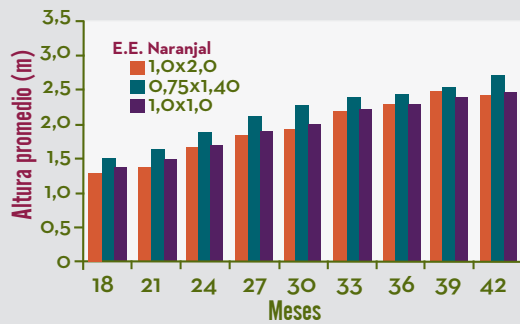
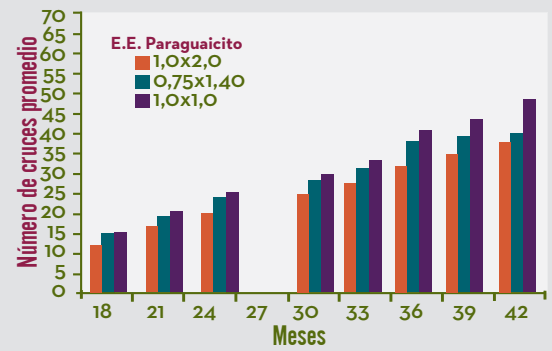
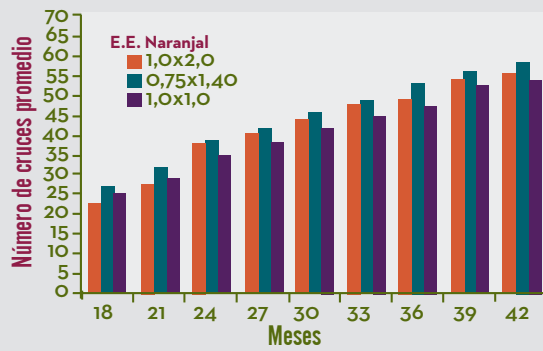


Figura 11. Número de cruces promedio, altura promedio y diámetro basal de la planta de café, en las Estaciones Experimentales (E.E.) Naranjal y Paraguaicito.

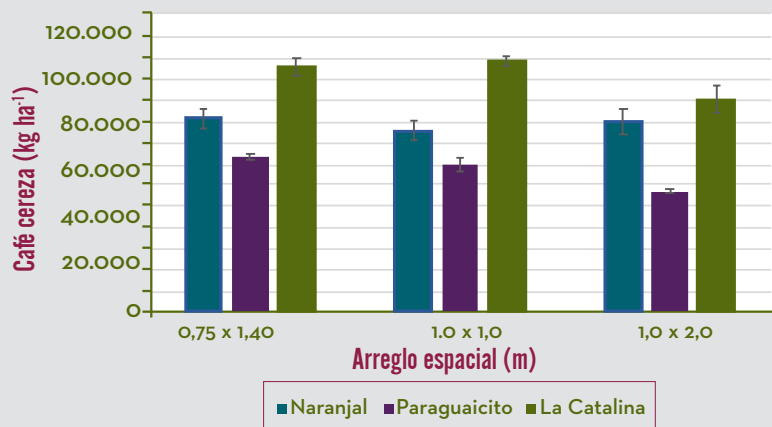


Figura 12. Producción de café cereza acumulada en kg ha⁻¹ Estaciones Experimentales Naranjal, Paraguaicito y La Catalina.

Según los resultados presentados por Arcila (2002), el análisis por localidades muestra para la producción de café acumulada de cuatro cosechas, en La Unión (Nariño), con una densidad de siembra de 7.500 plantas/ha; un 25% más de producción que la obtenida con 5.000 plantas/ha, a su vez la producción alcanzada con 10.000 plantas/ha fue un 13% mayor a la obtenida con 7.500 plantas/ha (Figura 13).

En El Tambo (Cauca), una densidad de siembra de 7.500 plantas/ha representó un 20% más de producción acumulada que la obtenida con 5.000 plantas/ha; al incrementar la densidad de siembra de 7.500 plantas/ha a 10.000 plantas/ha la producción aumentó en 8% (Figura 14). En estas dos localidades representativas

de la caficultura de la zona sur del país, los ciclos de producción pueden alcanzar hasta cinco cosechas con densidades entre 7.500 y 10.000 plantas por hectárea.

La producción de café para un acumulado de cinco cosechas en la localidad de Sevilla (Valle del Cauca), con una densidad de siembra de 7.500 plantas/ha representó un 21% más de producción que la obtenida con 5.000 plantas/ha; a su vez la producción con 10.000 plantas/ha fue un 31% mayor a la obtenida con 7.500 plantas/ha (Figura 15).

Finalmente, en la localidad de Sasaima (Cundinamarca) con una densidad de siembra de 7.500 plantas/ha se obtuvo un 32% más de producción que la registrada

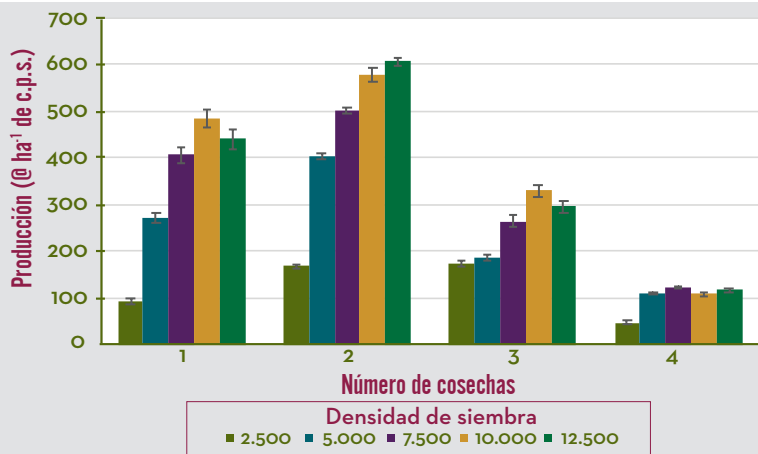


Figura 13. Producción de arrobos café pergamino seco por hectárea (@ ha⁻¹), en La Unión - Nariño.

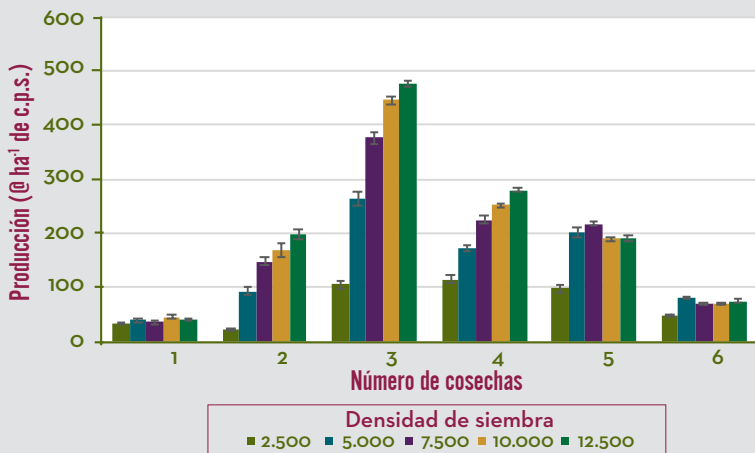


Figura 14. Producción de arrobos café pergamino seco por hectárea (@ ha⁻¹), en El Tambo - Cauca.

con 5.000 plantas/ha y con una población de 10.000 plantas/ha el incremento en la producción fue un 9% mayor a lo registrado con 7.500 plantas/ha (Figura 16).

Bajo las condiciones predominantes en la zona central cafetera, el número de cosechas que pueden obtenerse con densidades entre 7.500 y 10.000 plantas/ha oscila entre cuatro y cinco cosechas.

Estrategias para asegurar la densidad de siembra en cultivos de café. La densidad de siembra debe asegurarse durante todo el ciclo de producción del cultivo, ya sea con plantas compuestas por un solo tallo o plantas con dos o más ejes.

En plantaciones establecidas por siembra una forma de mantener la densidad de siembra es a través de las resiembras de los sitios faltantes durante el primer año. Si las siembras se realizan con colinos descopados y estos presentan problemas de desarrollo en uno de sus ejes, puede corregirse realizando un nuevo descope en el tallo más vigoroso de la planta, antes del primer año de edad del cultivo, así se logra recuperar la emisión de dos nuevos tallos y mantener la población inicial de la plantación (Rendón et al., 2015).

A partir de la práctica de recuperación de tallos evaluada en un lote de Variedad Castillo® de seis meses de edad,

Figura 15. Producción de arrobas café pergamino seco por hectárea (@ ha⁻¹), en Sevilla- Valle del Cauca.

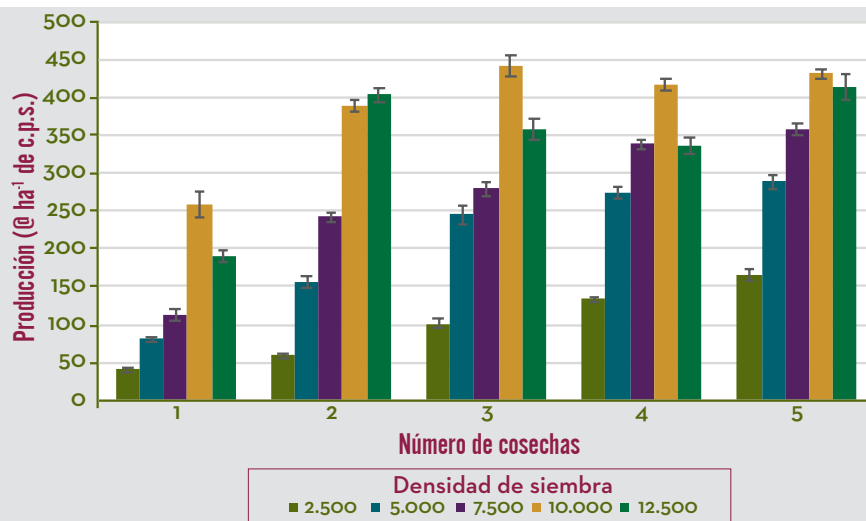
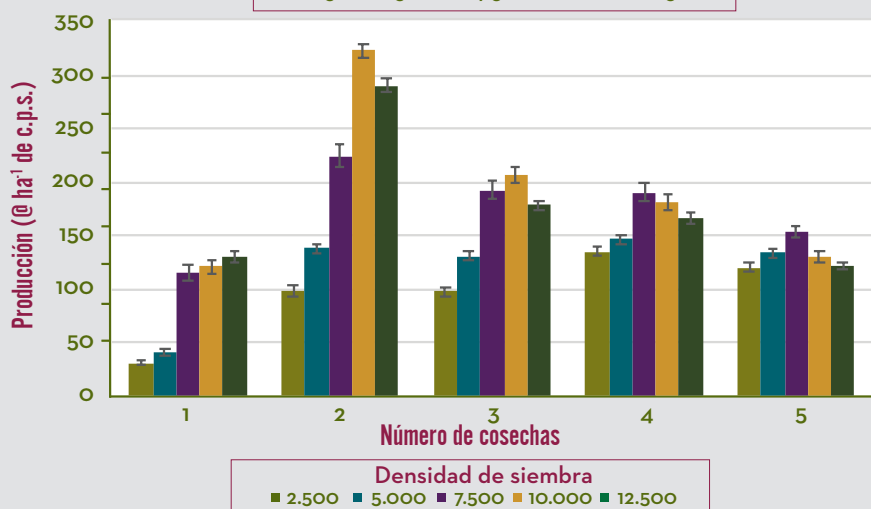


Figura 16. Producción de arrobas café pergamino seco por hectárea (@ ha⁻¹) en Sasaima - Cundinamarca.



establecido con una distancia de 1,0 x 2,0 m y una densidad de 5.000 plantas por hectárea, provenientes de almácigos con colino descopado (dos tallos por sitio), se identificó en el diagnóstico inicial del estado de la plantación, un 17% de las plantas con problemas de desarrollo en uno de sus ejes. Al descopar las plantas con mal desarrollo de uno de los tallos, después de 273 días se restablecieron los dos tallos en mínimo el 78% de los sitios, recuperándose la mayoría del número de tallos por hectárea establecidos (Rendón et al., 2015).

Densidad de población en zocas

Para optimizar la densidad de siembra en el cultivo, uno de los momentos indicados en que puede ajustarse el número de plantas o tallos por hectárea es la etapa de renovación del cultivo. Entre las alternativas de renovación del café, el zoqueo de los tallos a 30 cm del suelo es una práctica que permite la recuperación de nuevo tejido vegetal a través de la formación de brotes o nuevos tallos en la planta. En este tipo de renovación se ha demostrado

que, al aumentar el número de tallos por hectárea con relación a la densidad inicial, puede incrementarse la producción sin incurrir en costos adicionales (Mestre y Salazar, 1995). Con la renovación por zoca es normal que se dejen varios tallos por sitio y, en algunos casos, se realizan entresacas o raleos durante el ciclo de producción, para ajustar la densidad de población y así obtener un mayor número de cosechas.

Respuesta de la producción en zocas de café a la práctica de raleo de tallos.

En una investigación realizada en tres Estaciones Experimentales de Cenicafé, Naranjal (Chinchiná, Caldas), San Antonio (Floridablanca, Santander) y El Tambo (El Tambo, Cauca), se evaluaron densidades de población de tallos, con raleos efectuados después de la segunda cosecha, hasta alcanzar un ciclo de producción de cuatro cosechas. Con una densidad inicial de 20.000 tallos/ha al cabo de dos cosechas, se realizó el raleo del 25%, 50% y el 75% de los tallos para dejar 15.000, 10.000 o 5.000 tallos/ha, respectivamente, durante otras dos cosechas. También, con una densidad



inicial de 15.000 tallos/ha se hizo el raleo de un 33% de los tallos después de la segunda cosecha, para dejar 10.000 tallos/ha y se comparó con una densidad de siembra de 10.000 tallos/ha sin raleo durante cuatro cosechas (Moreno et al., 2014). En la Figura 17 se presenta la producción acumulada de café pergamino seco obtenida con las diferentes densidades de siembra y el raleo de tallos después de la segunda cosecha. En zonas de Variedad Castillo® con un arreglo espacial de 1,0 x 1,0 m, los resultados demostraron que con la práctica de raleo no se alcanzan mayores producciones a las obtenidas con densidades de 10.000 tallos/ha en 10.000 sitios sin raleo, con un ciclo de cuatro cosechas. En un arreglo espacial de 1,0 x 2,0 m, es igual mantener una densidad

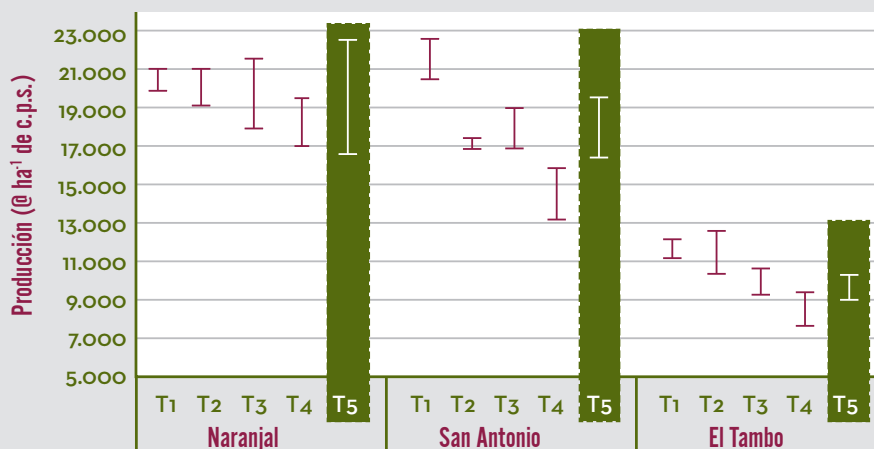
de 10.000 tallos/ha en 5.000 sitios sin raleo durante cuatro cosechas, que iniciar el ciclo de producción con densidades superiores para efectuar raleos del 25%, 33% y 50% de los tallos después de la segunda cosecha.

En este mismo estudio pudo determinarse que raleos del 75% de los tallos después de la segunda cosecha, para conseguir una densidad de siembra de 5.000 plantas/ha, disminuyen la producción del ciclo (Figura 18).

¿Cómo aumentar la densidad de tallos en zocas según la densidad de siembra? En plantaciones con densidades de siembra inferiores a 5.000 plantas/ha pueden

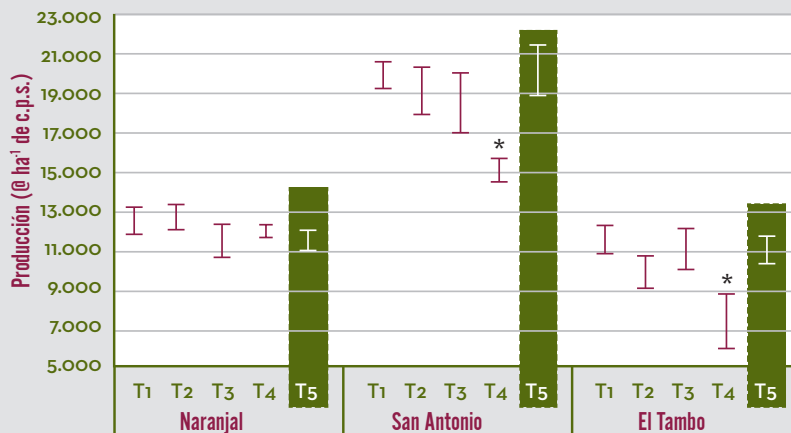
T1: Densidad 20.000 tallos raleo 15.000 tallos
 T2: Densidad 20.000 tallos raleo 10.000 tallos
 T3: Densidad 15.000 tallos raleo 10.000 tallos
 T4: Densidad 20.000 tallos raleo 5.000 tallos
 T5: Densidad 10.000 tallos

Figura 17. Producción acumulada de café pergamino seco (kg ha⁻¹) con el arreglo espacial 1,0 x 1,0 m, según la densidad de tallos por hectárea.



T1: Densidad 20.000 tallos raleo 15.000 tallos
 T2: Densidad 20.000 tallos raleo 10.000 tallos
 T3: Densidad 15.000 tallos raleo 10.000 tallos
 T4: Densidad 20.000 tallos raleo 5.000 tallos
 T5: Densidad 10.000 tallos

Figura 18. Producción acumulada de café pergamino seco (kg ha⁻¹) con el arreglo espacial 1,0 x 2,0 m, según la densidad de tallos por hectárea.



seleccionarse dos tallos por sitio. Con densidades de siembra entre 5.000 y 7.500 plantas/ha se dejan intercalados dentro de los surcos uno y dos tallos por sitio; si se tienen densidades superiores a las 7.500 plantas/ha debe asegurarse un tallo por sitio, siempre y cuando los sitios con zocas muertas sean reemplazados oportunamente con resiembras de colinos de café (Figura 19).

Análisis de la fertilidad del suelo antes de la siembra

Antes de establecer el cultivo es imprescindible tomar muestras de suelo para el análisis de fertilidad. A partir de los resultados que se obtengan podrá determinarse si es necesario la aplicación de enmiendas y materia orgánica, (Sadeghian y Duque, 2003); esta práctica puede ser determinante en el crecimiento

y desarrollo del cultivo y en la optimización del uso de los fertilizantes.

Preparación del terreno para la siembra

Según el uso del suelo, si el lote se encuentra establecido con café envejecido o con otros cultivos, proviene de potreros o barbecho, las labores de preparación estarán orientadas al acondicionamiento del área de siembra, retirando la madera o el material vegetal de mayor tamaño y realizando el control de las arvenses antes de iniciar el trazo.

La labor de trazo se realiza una vez definida la densidad de siembra y el arreglo espacial; las distancias de siembra más amplias corresponden al espacio que queda entre los surcos o hileras del cultivo y las distancias más cortas al espacio entre plantas dentro del surco.

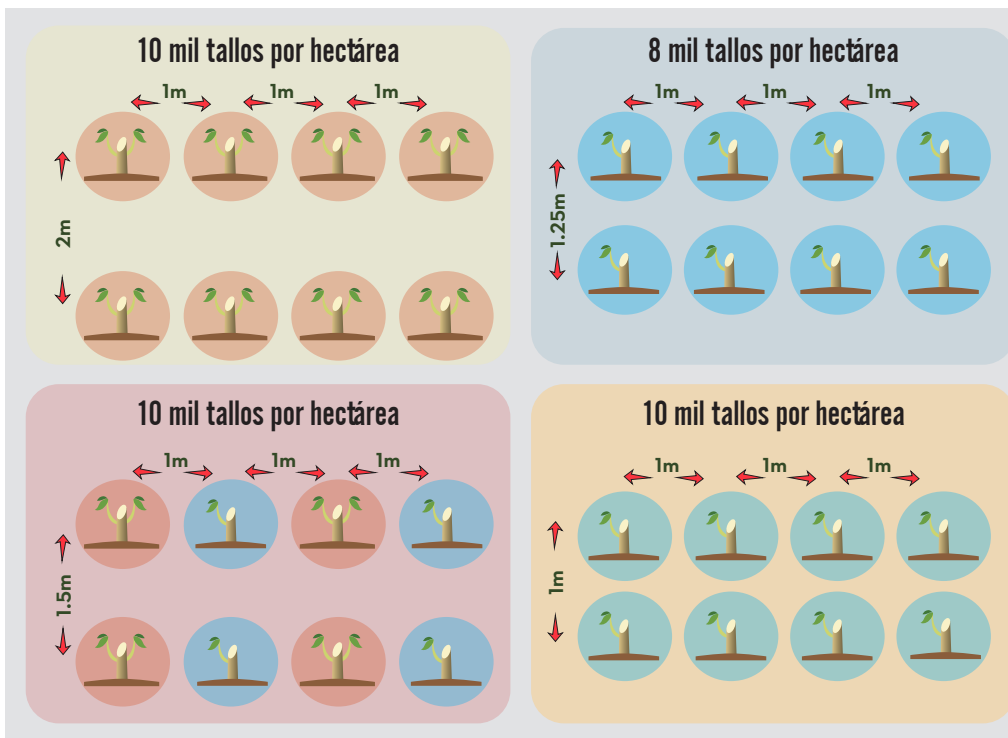


Figura 19. Esquema para obtener el número de tallos por zoca y la densidad de tallos por hectárea, según las distancias de la siembra.

Medición de la pendiente del terreno. Para definir las distancias con las cuales obtener la densidad de siembra correcta, es importante conocer el grado de pendiente o inclinación del terreno. En la práctica, la pendiente se determina con ayuda de una cinta métrica, tomando por ejemplo una distancia horizontal de 2,0 m lineales sobre la ladera y prolongando el extremo de la línea horizontal hacia abajo, para obtener la distancia vertical con respecto a la ladera. Finalmente el porcentaje (%) de pendiente del terreno se calcula mediante la fórmula matemática que se presenta en la Ecuación <1>.

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

En la Figura 20, la distancia horizontal es de 2,0 m y la vertical de 1,0 m, para un porcentaje de pendiente del 50%.

Para determinar el sistema de siembra más adecuado de acuerdo a la pendiente del terreno, en la Tabla 6 se presentan los valores calculados en porcentaje.

La pendiente de un terreno puede expresarse en porcentaje o en grados

sexagesimales. Para obtener el valor en grados se aplica la inversa de la tangente o arco de la tangente (Ecuación <2>).

$$\text{Pendiente (grados)} = \text{ATAN}\left(\frac{\text{Pendiente (\%)}}{100}\right) \quad <2>$$

Trazo en terrenos pendientes. El trazo en terrenos de alta pendiente se realiza proyectando las distancias entre surcos sobre un plano horizontal; si se traza a “cabuya pisada” sobre el terreno, debe corregirse la distancia entre surcos, según la pendiente del terreno, para asegurar la densidad de siembra como se muestra en la Tabla 7. Para calcular las distancias corregidas (hipotenusa), se aplica la razón trigonométrica de coseno, como se presenta en la Ecuación <3>.



<3>

Sistemas de trazo y arreglo espacial. La forma como se disponen las plantas en el terreno además de organizar los cultivos en los sistemas de producción, tiene



Figura 20. Medición de la pendiente en el terreno.

Tabla 6.

Valores calculados para determinar la pendiente del terreno.

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

Tabla 7.

Distancias corregidas para trazo a cabuya pisada, según la pendiente del terreno.

| Pendiente del terreno (%) | Distancia entre surcos de café (m) | | | | | |
|---------------------------|------------------------------------|------|------|------|------|------|
| | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 |
| 30 | 1,04 | 1,15 | 1,25 | 1,36 | 1,46 | 1,57 |
| 40 | 1,08 | 1,18 | 1,29 | 1,4 | 1,51 | 1,62 |
| 50 | 1,12 | 1,23 | 1,34 | 1,45 | 1,57 | 1,68 |
| 60 | 1,17 | 1,28 | 1,4 | 1,52 | 1,63 | 1,75 |
| 70 | 1,22 | 1,34 | 1,46 | 1,59 | 1,71 | 1,83 |
| 80 | 1,28 | 1,41 | 1,54 | 1,66 | 1,79 | 1,92 |
| 90 | 1,35 | 1,48 | 1,61 | 1,75 | 1,88 | 2,02 |
| 100 | 1,41 | 1,56 | 1,7 | 1,84 | 1,98 | 2,12 |

Por ejemplo, para la siembra de café con una distancia horizontal de 1,4 m entre surcos, en un terreno con una pendiente del 60,0% equivalente a 30,96°, la distancia corregida para el trazo a “cabuya pisada” deberá ser de 1,63 m.

como objetivos hacer un uso eficiente del suelo, mejorar el aprovechamiento de la energía solar y facilitar el manejo del cultivo. Algunos sistemas de trazado son: surcos sencillos, siembras en triángulo, siembras en rectángulo, en cuadro y en curvas a nivel.

Siembra en rectángulo. En esta distribución se considera la mayor longitud como la distancia entre surcos y la menor longitud

como la distancia entre plantas (Figura 21).

Siembra en cuadro. Se consideran longitudes equidistantes, que pueden corresponder a la distancia entre plantas o entre surcos (Figura 22). En las siembras al cuadro, tanto la distancia de siembra entre surcos como entre plantas son iguales, por ejemplo, 1,2 x 1,2 m.

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 cuadro o en rectángulo, siempre y cuando las distancias del triángulo en sus tres lados sean iguales. Si el triángulo se forma con una distancia mayor entre surcos, en relación a la distancia entre plantas, la densidad de plantas se incrementa en menor proporción (Figura 23).

Siembra en curvas a nivel. Este arreglo 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 a la forma topográfica del terreno (Figura 24).

Siembras con barreras de otros cultivos asociados. Los sistemas de producción tienen la posibilidad de establecerse en asocio con otra u otras especies de valor económico o de conservación, considerando una de las especies como cultivo principal (Figura 25). La forma cómo se define la distribución espacial de los cultivos en asocio debe garantizar una mínima competencia entre los cultivos y requiere un manejo agronómico independiente, como la fertilización. Entre las especies de común asocio con el

cultivo de café en Colombia se encuentra el plátano, especies frutales semiperennes y perennes y especies forestales con propósito económico.

Una misma densidad de siembra puede alcanzarse con diferentes arreglos espaciales. Si se tiene un tallo por sitio y se decide establecer 10.000 plantas/ha, una alternativa es un arreglo en rectángulo con distancias de siembra de 0,72 m entre plantas y 1,40 m entre surcos; otra opción corresponde a un arreglo en cuadro, con distancias de 1,0 m entre plantas y entre surcos. Para la siembra de colinos descopados con una densidad de 5.000 plantas/ha, una alternativa es un arreglo en rectángulo con distancias de siembra de 1,0 m entre planta y 2,0 m entre surcos, otra opción corresponde a un arreglo en cuadro con distancias de 1,44 m entre plantas y entre surcos (Figura 26).

Hoyado. Los puntos marcados durante el trazo indican el centro para la elaboración de los hoyos, el tamaño del hoyo debe proporcionar el espacio suficiente para la siembra del colino de café. Para almácigos realizados en bolsas de 17 x 23 cm se sugieren hoyos con dimensiones de 25 x 25 cm hasta 30 x 30 cm por 30 cm de profundidad.

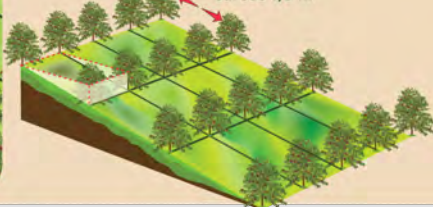
Siembra de los colinos. La siembra integra varias etapas: el transporte del colino al lote, la distribución de los colinos a los hoyos, la nivelación del colino en el hoyo para lograr una correcta profundidad de siembra, retirar la bolsa, centrar el árbol, incorporar el suelo gradualmente y presionar entre las paredes del hoyo desde el fondo hasta cubrir por completo el pilón del colino. Para una buena siembra debe contarse con colinos de excelente calidad y con la edad óptima, descartar colinos de café con problemas en el desarrollo de la raíz; si el material supera la edad de

Arreglos espaciales



Distancia entre plantas 1,0 m

Distancia entre surcos 1,5 m



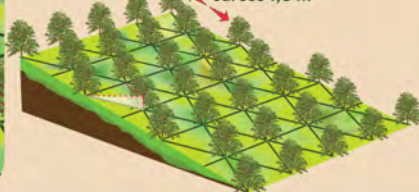
Distancia entre plantas 1,0 m

Distancia entre surcos 1,0 m



Distancia entre plantas 1,0 m

Distancia entre surcos 1,5 m



En rectángulo

En cuadro

En triángulo

En curvas a nivel

Con cultivos asociados

Figura 21. Arreglo espacial de las plantas de café en rectángulo.

Figura 22. Arreglo espacial de las plantas de café en cuadro.

Figura 23. Arreglo espacial de las plantas de café en triángulo.

Figura 24. Arreglo espacial de las plantas de café en curvas a nivel.

Figura 25. Arreglo espacial de las plantas de café con barreras o fajas de otros cultivos asociados.



0,72x1,40 m (1 tallo por sitio)



1,0x2,0 m (2 tallos por sitio)



1,0x1,0 m (1 tallo por sitio)



1,44x1,44 m (2 tallos por sitio)

Figura 26. Arreglo espacial de las plantas de café con uno y dos tallos por sitio.

trasplante se presenta mal formación en la raíz pivotante, ocasionando volcamiento de la planta en el sitio de siembra. Si se requiere incorporar materia orgánica o enmiendas, el momento adecuado para realizar esta labor es en la siembra.

y los arreglos espaciales determinan en el tiempo, el grado de competencia entre las plantas de café; a medida que este aumenta, las plantas pierden su potencial de producción y se dificultan las labores de manejo de la plantación y la recolección de las cosechas (Uribe, 1977).

Sistemas de renovación para estabilizar la productividad del cultivo en los ciclos de producción

El café es un cultivo perenne que requiere de renovaciones para mantener altos niveles de producción. La duración del ciclo productivo de los cafetales está relacionada con las condiciones de suelo, clima, topografía, variedad y manejo del cultivo (Ramírez y Moreno, 2013; Salazar y Mestre, 1991). Las distancias de siembra

Para estabilizar la producción se ha recomendado dividir el área cultivada en quintas partes, bajo condiciones de ciclos cortos y altas productividades, con el fin de mantener 80% de los árboles en producción y 20% renovado (Mestre y Ospina, 1994 a, b). En el cultivo de café, además del sistema de siembra, se conocen prácticas de renovación denominadas “podas”. La necesidad de implementar sistemas de renovación en cafetales debe ser analizada en función de la edad, la variedad, la densidad de plantas, el número de sitios perdidos y el estado fitosanitario del cultivo (Matiello et al., 2007).

Duración del ciclo de producción

El número de años que un cafetal puede permanecer sin renovación depende del número de cosechas en las cuales se consigue el máximo promedio de producción anual. A medida que los árboles incrementan su altura, el manejo del cultivo se hace más difícil, la producción disminuye y se desplaza hacia el extremo de las ramas y hacia la parte superior del tallo (Arcila et al., 2007; Mestre y Ospina, 1994). Otro aspecto importante es que los cultivos envejecidos pueden ser afectados por problemas fitosanitarios que comprometen el desarrollo de las cosechas futuras, lo que hace necesario efectuar un plan de renovación para recuperar la capacidad productiva.

Sistemas de poda

Los diferentes tipos de podas evaluadas en el cultivo de café ofrecen la posibilidad de adaptar el sistema de producción a las condiciones de oferta ambiental y tipo de manejo. Para seleccionar el tipo de poda a implementar en los planes de renovación los principales criterios a tener en cuenta son el conocimiento del estado del cultivo, en términos de cantidad de sitios faltantes, el estado fitosanitario, los arreglos espaciales, la densidad de plantas y la edad (Arcila et al., 2007).

Poda calavera sin descope o con descope.

Este sistema consiste en eliminar las ramas total o parcialmente, dejándolas solo de 10 cm de longitud, y el tallo con libre crecimiento o con descope por encima de 1,80 m. La poda calavera recupera rápidamente tejido nuevo formando ramas secundarias y numerosos chupones en el tallo principal, en los cuales se desarrolla la cosecha.

Esta alternativa permite estabilizar la producción en cafetales, debido a la rápida recuperación de estructuras vegetativas y reproductivas, con ciclos de máximo dos cosechas. La longitud de corte de las ramas en podas calavera también puede variar dejando entre 20 y 40 cm, para promover un mayor desarrollo de ramas secundarias (Figura 27).

La poda calavera es una opción para ordenar las edades en los sistemas de producción, cuando varios lotes o un alto porcentaje de los cafetales cumplen su ciclo de producción.

Poda pulmón. Consiste en cortar el tallo principal a una altura de 60 cm del suelo, dejando las ramas por debajo del corte o haciendo poda parcial de ellas entre 20 y 40 cm (Figura 28). Por sus características, este tipo de poda tiene como condición la presencia de ramas bajas en el árbol, propio de cafetales con distancias amplias en las calles. La arquitectura de la planta

Una correcta planificación de la renovación de cafetales está determinada por el momento en que termina la cosecha (Cenicafé, 1992; Uribe, 1977). Para regiones con cosecha principal en el primer semestre del año las renovaciones se hacen en el segundo semestre, para regiones con cosecha principal en el segundo semestre las renovaciones se hacen en el primer semestre, y en zonas donde la cosecha se distribuye igual en los dos semestres se recomienda renovar por zoca o poda en el semestre con menor intensidad de lluvias. Realizar la labor de renovación al finalizar la cosecha disminuyen las pérdidas en la producción, debido a que existe una menor cantidad de frutos, se reducen los costos en la cosecha sanitaria y se facilita el manejo de la broca.

se alcanza después de la formación de los brotes, de los cuales se dejan uno o dos por sitio, para incrementar la densidad de tallos en el cultivo y mantener ciclos con una duración de máximo dos cosechas.

Zoca común o total. El corte del tallo se hace a 30 cm sobre el suelo, los nuevos brotes que se forman en la porción de tallo son seleccionados para dejar finalmente uno o dos brotes por sitio (Figura 29). Cada tallo

Figura 27. Forma de intervención del árbol de café con el sistema de poda calavera.



Figura 28. Forma de intervención del árbol de café con el sistema de poda pulmón.



Figura 29. Forma de intervención del árbol de café con el sistema de zoca común.



es equivalente en su arquitectura a una nueva planta y su patrón de crecimiento se da en altura y longitud de las ramas.

Con la renovación por zoca puede incrementarse la densidad de tallos y alcanzar una duración del ciclo de cuatro a cinco cosechas. La zoca común permite iniciar un ciclo nuevo de producción.

Respuesta de la producción de café a la renovación

A través de una investigación realizada en siete Estaciones Experimentales de Cenicafé, sobre diferentes alternativas de renovación en cafetales con variedad Colombia, se evaluó la respuesta en producción, para el acumulado de dos cosechas. De acuerdo con los resultados que se muestran en la Tabla 8, las condiciones de oferta ambiental de cada localidad influyen sobre el volumen de cosecha obtenido con cada tipo de poda.

Con relación a los métodos de renovación diferentes a la zoca común, los niveles de producción alcanzados en algunas localidades permiten considerar estas alternativas, con el objetivo de organizar las edades de los lotes y estabilizar la producción en el tiempo. Por su parte, con el sistema de zoca común pueden alcanzarse ciclos de producción entre cuatro y cinco cosechas, garantizando más años productivos sin hacer una nueva intervención del cafetal.

En Variedad Castillo® la evaluación de tres sistemas de renovación, en arreglos espaciales a 1,0 x 2,0 m y dos tallos por sitio (Tabla 9), permitió determinar que con las podas calavera y pulmón, durante los tres primeros años de edad (equivalente a dos cosechas), se alcanza una producción acumulada superior a la obtenida con zoca común, en igual número de años; no obstante, con el sistema de zoca común se obtienen dos cosechas adicionales para completar un ciclo de cuatro cosechas. En la práctica, este sistema de renovación ofrece un mayor número de años productivos en los ciclos de producción.

Tabla 8.

Promedio de la producción acumulada de dos cosechas de café pergamino seco por hectárea, según el sistema de renovación en siete estaciones experimentales.

| Estación Experimental | Departamento | Arreglo espacial (m) | Promedio de la producción acumulada (kg ha ⁻¹ de c.p.s.) | | | |
|-----------------------|--------------|----------------------|---|---------------------------|-------------|-------------|
| | | | Poda calavera con descope | Poda calavera sin descope | Poda pulmón | Zoca común |
| Gigante | Huila | 1,5 x 1,5 | 6.637,0 a | 6.016,6 a | 6.249,7 a | 5.973,8 a |
| El Tambo | Cauca | 2,0 x 2,0 | 9.353,0 a | 7.639,5 ab | 5.109,1 bc | 3.975,0 c |
| Paraguacito | Quindío | 1,5 x 1,5 | 14.450,2 a | 14.076,7 a | 9.411,8 b | 8.460,3 b |
| La Trinidad | Tolima | 2,0 x 2,0 | 5.966,1 a | 4.348,8 b | 5.086,4 ab | 4.246,9 b |
| Santa Bárbara | Cundinamarca | 1,0 x 1,0 | 8.781,3 c | 12.456,4 ab | 15.492,1 a | 10.452,4 bc |
| Naranjal | Caldas | 1,5 x 1,5 | 11.387,4 a | 9.286,3 b | 10.828,9 ab | 9.412,1 b |
| El Rosario | Antioquia | 1,0 x 1,0 | 9.932,2 a | 10.435,2 a | 12.684,1 a | 11.868,9 a |

*Para cada estación experimental, letras distintas indican diferencia de promedios según la prueba de comparación Tukey al 5%. Fuente: Bases de datos Experimento FIT0506, Disciplina de Fitotecnia, Cenicafé.

Tabla 9.

Promedio de la producción acumulada de café pergamino seco por hectárea, según el sistema de renovación, para un ciclo de dos cosechas, en dos estaciones experimentales.

| Estación Experimental | Departamento | Arreglo espacial (m) | Promedio de la producción acumulada (kg ha ⁻¹ de c.p.s.) | | |
|-----------------------|--------------|----------------------|---|------------|---------------|
| | | | Poda pulmón | Zoca común | Poda calavera |
| Paraguaicito | Quindío | 1,0 x 2,0 | 6.515,0 a | 4.897,5 b | 6.498,8 a |
| Naranjal | Caldas | 1,0 x 2,0 | 7.723,8 a | 5.633,8 b | 7.785,0 a |

*Para cada estación experimental, letras distintas indican diferencia de promedios, según prueba de comparación Tukey al 5%.

Las observaciones realizadas sobre plantaciones renovadas, con poda calavera y poda pulmón, han permitido identificar un rápido agotamiento de las plantas en comparación con la zoca común. En dichos sistemas de renovación, el crecimiento de las ramas y los chupones en la longitud y altura de corte del tallo después de la segunda cosecha, hace difíciles las labores de recolección y manejo de plagas y enfermedades, razón por la cual se definen ciclos de producción de corta duración. Uno de los propósitos de la renovación del cultivo de café es la estabilización de la producción y entre las opciones de renovación, la zoca común es el sistema que garantiza más años con producción.

Buenas prácticas para la renovación de cafetales

Cosecha sanitaria. Una vez finaliza la cosecha, en los cafetales a renovar deben retirarse todos los frutos verdes, maduros, sobremaduros y secos que quedan en la planta, para evitar la dispersión de broca hacia los lotes vecinos (Aristizábal et al., 2002; Benavides, 2013; Mejía et al., 2007).

Surcos trampa. En el lote deben dejarse surcos sin intervenir durante dos meses, para cosechar quincenalmente el café maduro y así controlar la broca que durante la cosecha queda en los frutos del suelo (Mejía et al., 2007).

Desrame. Es un corte parcial o total de las ramas, las cuales se dejan sobre el suelo como mulch, para protegerlo de la erosión y permitir el establecimiento de arvenses nobles. El desrame no debe causar heridas ni desgarramiento de la corteza del tallo, para evitar el desarrollo de enfermedades ocasionadas por hongos (Uribe, 1977).

Corte del tallo. El corte del tallo, según el sistema de poda, debe realizarse en forma inclinada o en bisel; además, este debe protegerse con la aplicación de fungicida, con el fin de evitar la infección por *Ceratocystis fimbriata* o llaga macana (Castro y Rivillas, 2003).

Selección de chupones. En esta práctica se dejan los chupones que aseguren la densidad óptima (uno, dos o tres tallos por sitio). Esta actividad requiere de una primera selección, dejando uno o dos chupones adicionales, y luego, se hace la selección definitiva. El chupón se corta a ras del tallo y se dejan los brotes más vigorosos y que estén localizados hacia la base del tocón; se eliminan los chupones que brotan unidos y se seleccionan chupones distantes entre sí (Uribe, 1977).

Fertilización. Se inicia entre tres y seis meses después de haber realizado la renovación, cuando se han formado los nuevos brotes (Mestre y Salazar, 1991).

Resiembras. Con el propósito de recuperar los sitios perdidos y mantener la población original, 6 meses antes de la renovación deben elaborarse los almácigos (Moreno, 2010). Esta labor se realiza al momento de seleccionar los chupones definitivos. La cantidad de colinos para resiembra se calcula según los sitios perdidos en el lote antes, durante y después de la renovación hasta la edad de un año. Debe asegurarse mínimo un 10% de colinos para resiembras (Mestre y Salazar, 1995).

Cultivos intercalados. Según el tipo de poda debe promoverse la siembra de cultivos intercalados como maíz y frijol, durante el primer año de intervenido el cultivo de café. El aprovechamiento del espacio entre calles para establecer cultivos semestrales, potencializa el uso eficiente del suelo y diversifica el sistema de producción (Arcila et al., 2007; Mestre y Ospina, 1994).

Sombrío transitorio. Bajo condiciones de déficit hídrico, las renovaciones por el sistema de zoca deben adaptarse durante el primer año, por medio del establecimiento de especies leguminosas de sombrío transitorio como *T. candida* (tefrosia) o *Cajanus cajan* (guandul) (Arcila et al., 2007).

Criterios técnicos para la renovación de cafetales

En los sistemas de renovación de cafetales, la siembra es una alternativa viable, cuando se pretende hacer cambio de variedad o se tienen lotes con un alto número de sitios perdidos. Si por el contrario, los lotes a renovar presentan condiciones aptas para el zoqueo, con esta alternativa se reducen los costos de establecimiento cerca del 50% (Duque, 2004).

Entre los principales criterios técnicos para la renovación de cafetales se tienen:

Planificación de la duración del ciclo y el cambio de variedad de café. La edad a la cual es recomendable renovar el cafetal depende del tipo de intervención y la tasa de crecimiento de la planta en cada localidad. En general, con la poda calavera se obtienen dos cosechas, y con renovaciones por zoca o siembra hasta cinco cosechas.

La diferencia de edad a la cual puede renovarse el cafetal le permite al caficultor planificar en el corto y mediano plazo el cambio de variedad de café, a través de siembra nueva, cuando sea atractiva o necesaria la adopción de una nueva variedad (Arcila et al., 2007).

Estabilización de la producción. Con una oportuna programación de la renovación puede estabilizarse la producción de la finca, al disponer de lotes de productividad similar, en diferentes edades (Mestre y Ospina, 1994); esto garantiza que solo una quinta parte de la finca se encuentre improductiva.

Selección del tipo de poda o zoca. Las condiciones del cafetal en cuanto a densidad, altura de la plantación, estado de ramas bajas y condición fitosanitaria (nivel de daño por plagas y enfermedades), así como la función que cumple cada sistema de renovación, deben ser definidos inicialmente (Ramírez, 1997).

La poda calavera debe implementarse sólo con el objetivo de ordenar edades y estabilizar la producción, ya que los ciclos son de dos cosechas como máximo. Por su parte, la poda pulmón requiere distancias amplias entre surcos y reduce la duración

del ciclo de producción en una o dos cosechas, comparada con la zoca común.

Época oportuna de renovación. Los diferentes sistemas de renovación ofrecen ventajas y desventajas, sin embargo, para cualquiera de las opciones el momento oportuno de efectuar la labor es justo al finalizar la cosecha. Las renovaciones que se hacen en épocas no recomendadas comprometen la producción.

Manejo integrado de broca. Independiente del tipo de poda o zoca, la adopción del manejo integrado de la broca tiene como punto de partida una correcta cosecha sanitaria antes de hacer la labor de desrame.

Ciclos y estabilización de la producción

La duración de los ciclos de producción, también se puede definir como el momento en el cual los árboles muestran un deterioro progresivo en su desarrollo, debido al grado de competencia intraespecífica alcanzado con la altura de la planta y el entrecruzamiento de las ramas, provocando dificultades en el manejo del cultivo, particularmente en las labores de cosecha y el control de plagas y enfermedades.

Mantener árboles jóvenes y productivos puede lograrse a través de la adopción de métodos de renovación en lotes con diferentes edades. No obstante, en la caficultura colombiana se han presentado escenarios que han influido sobre la decisión de renovar amplias áreas del cultivo en un solo momento, induciendo la pérdida de la estabilidad en la producción

Con base en las investigaciones realizadas sobre métodos de renovación

y la duración de los ciclos de producción, el sistema de renovación por lotes facilita y ordena la administración del cultivo a partir de la división del área en partes iguales, con diferentes edades. El objetivo es mantener un mismo número de plantas en producción cada año y una porción del área de cultivo en crecimiento vegetativo, para que la producción y la productividad se mantengan estables en el tiempo.

En la Figura 30 se presenta una propuesta de estabilización de la producción implementando podas calavera y zoca común para el ordenamiento de las edades, en un sistema con división del área de cultivo en quintas partes. La dinámica de recuperación de la capacidad productiva de las plantas que cumplen un rango de edad entre cuatro y cinco años, inicia con la intervención del primer lote por medio de una poda calavera para promover un ciclo de producción de dos cosechas. En el siguiente año se seleccionan dos lotes para intervenir: uno con poda calavera del cual se obtendrán dos cosechas y el otro con zoca común para obtener cuatro cosechas. Los dos últimos lotes de la división por quintas partes, se intervienen en el tercer año, de igual forma que los intervenidos el año anterior. Al cabo de cuatro años podrá mantenerse un sistema de renovaciones por medio de zoca común, con la intervención de un lote cada año y un 80% del área en producción.

Planificación de las labores de manejo agronómico en el cultivo de café

Registros de floraciones

La preantesis y antesis son etapas en las cuales el cultivo permite observar el inicio de

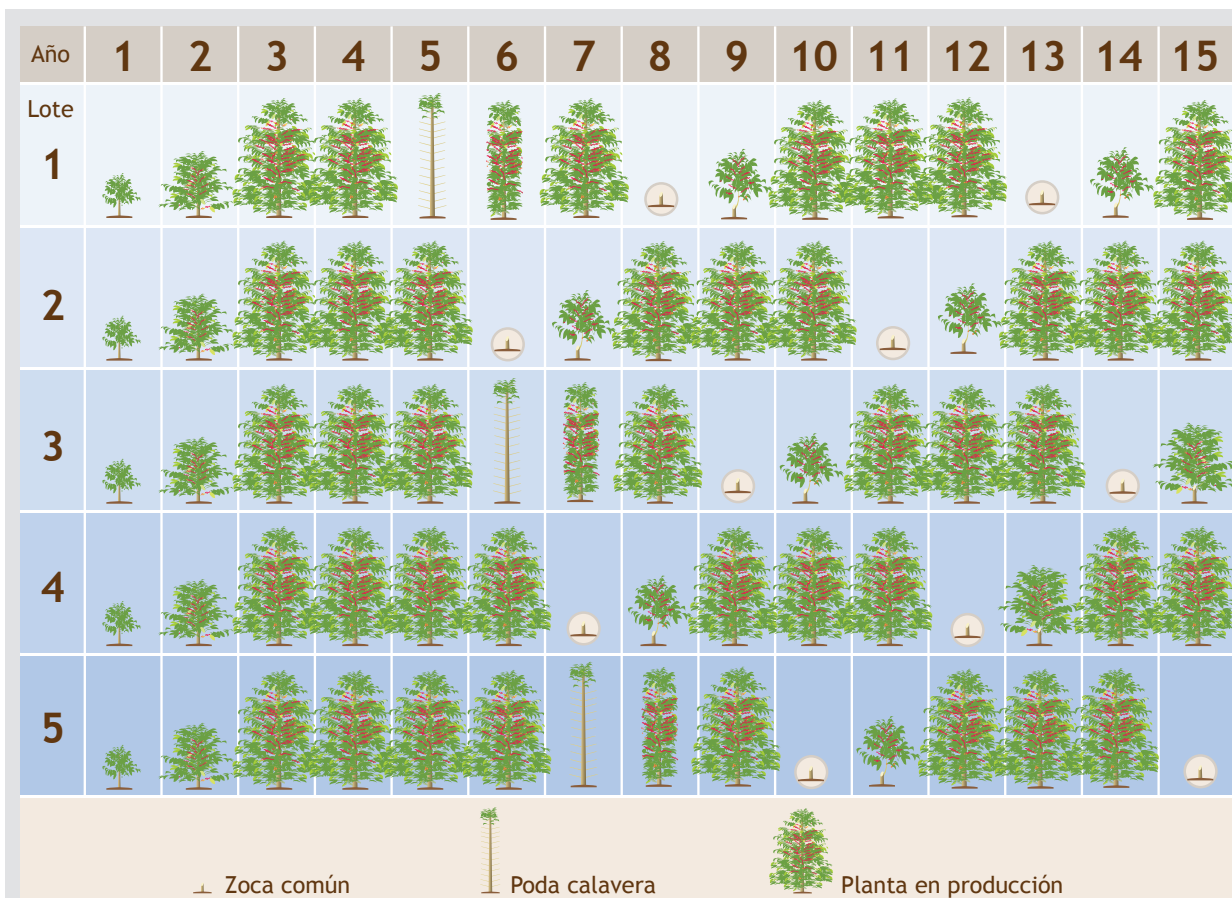


Figura 30.

Estabilización de la producción en plantaciones de café con división del área cultivada en quintas partes.

la formación y desarrollo de las cosechas. De acuerdo con los estudios fenológicos del cultivo y el clima, se han identificado cinco patrones de distribución de cosecha para el país, derivados a su vez de cinco patrones de floración (Arcila et al., 1993), los cuales caracterizan la proporción de las cosechas, correspondientes al café que se recolecta en cada semestre, con respecto a la cosecha total del año. Otros trabajos sobre la distribución de la cosecha en café corresponden a los estudios realizados por Alvarado y Moreno (1999) con evaluaciones en las variedades Caturra y Colombia, y por Vélez et al.

(2000), caracterizando las cosechas en diferentes altitudes.

El conocimiento generado sobre aspectos fisiológicos asociados al crecimiento de la planta de café, así como los estudios desarrollados para la descripción de las fases fenológicas, han permitido identificar la dinámica del crecimiento de las plantas, la formación de estructuras vegetativas y reproductivas, así como la duración de estas fases (Arcila et al., 2001). Con base en este conocimiento, se ha podido explorar la relación entre la cantidad de flores presentes en un evento y la

cantidad de frutos formados que alcanzan la maduración en los nudos (Arcila et al., 2007). Para el monitoreo de las floraciones, el estado de desarrollo que facilita su registro en el campo, corresponde al estado de preantesis o flor en forma de velón, que se caracteriza por presentar los pétalos cerrados y blanco verdosos (Arcila et al., 2001; Rendón et al., 2008). El registro de las floraciones en café es una actividad que se ha recomendado, especialmente con el fin de identificar períodos críticos en los que la broca puede afectar los frutos en desarrollo (Arcila et al., 1993; Bustillo, 2007).

A partir de los registros de floración se facilita la proyección anticipada del número de eventos de recolección en una cosecha, el porcentaje de distribución de la misma a lo largo del año y las semanas de mayor producción. Estos registros son una herramienta para la planificación en el manejo de plagas y enfermedades que representan pérdidas económicas en el cultivo, como son la broca (*Hypothenemus hampei*) y la roya del cafeto (*Hemileia vastatrix*). Al conocer la magnitud de las floraciones pueden identificarse las épocas de mayor demanda de agua y de nutrimentos para el cultivo a lo largo del año, así como las épocas de mayor susceptibilidad de los frutos ante eventos climáticos adversos (Ramírez, 2014).

Los registros de floración basados en la inspección visual y calificadas de forma cualitativa como buenas o regulares carecen de objetividad; estas apreciaciones no son suficientes para establecer la relación con la distribución porcentual de la cosecha en el transcurso del año o para una cosecha en particular. Por el contrario, al cuantificar la floración de un semestre es posible proyectar la distribución porcentual de la cosecha del siguiente semestre, considerando que, en

café la duración de las etapas de desarrollo del fruto después de la floración hasta la maduración, es de aproximadamente 32 semanas (Salazar et al., 1993).

En términos prácticos, se identifican dos períodos de floración que responden por las cosechas del primer y segundo semestres del año, en cualquier región. Las floraciones entre el 1° de mayo y el 31 de octubre responden por la cosecha del primer semestre del año siguiente (1° de enero – 30 de junio) y las floraciones entre el 1° de noviembre y el 30 de abril responden por la cosecha del segundo semestre del año, es decir 1° de julio – 31 de diciembre.

Además de identificar los períodos de floración y de cosecha es importante comprender que, el número de eventos de floración registrados a lo largo del año (Tabla 10), no necesariamente corresponden al número de veces que se ingresa al lote a cosechar los frutos maduros, debido a que la recolección de café en períodos de cosecha se hace con intervalos entre 15 y 20 días, lo cual significa que registros de floración acumulados de tres semanas, pueden responder por la proporción de un solo evento de recolección (Rendón et al., 2008).

Con base en los registros de floración realizados semanalmente en ocho Estaciones Experimentales de Cenicafé, desde el año 2008, en los cuales se cuantifica el número de botones florales en preantesis en dos ramas por árbol en un total de 60 árboles por lote así se conoce de manera anticipada la dinámica de las cosechas en las regiones cafeteras del país. Los patrones promedio de distribución de la cosecha proyectada a partir de los registros de las floraciones se muestran en la Figura 31.

Tabla 10.

Número de eventos de floración históricos y meses con mayor floración en ocho localidades de Colombia.

| Localidad | Latitud Norte | Número de eventos de floración en el año | Meses con mayor porcentaje de floración | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|---------------|--|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|--|
| | | | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | | | |
| El Tambo (Cauca) | 02° 24' | 20 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Buenavista (Quindío) | 04° 24' | 16 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pereira (Risaralda) | 04° 45' | 18 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Libano (Tolima) | 04° 54' | 14 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chinchiná (Caldas) | 04° 58' | 21 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Venecia (Antioquia) | 05° 58' | 27 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Floridablanca (Santander) | 07° 06' | 10 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pueblo Bello (Cesar) | 10° 25' | 3 | | | | | | | | | | | | | | | |

A partir de los patrones de cosecha descritos con base en los registros de floración, en las latitudes de las regiones cafeteras del país, las localidades de la región Centro y Centro-Norte, que comprende los departamentos de Antioquia, Risaralda y Caldas, presentan dos cosechas al año: una mitaca en el primer semestre del año (25%) y la cosecha principal en el segundo semestre (75%); en la región Centro-Sur en el departamento del Quindío, la cosecha del año se distribuye en un 45% el primer semestre y un 55% el segundo semestre; en el Tolima la cosecha se encuentra distribuida un 50% en cada semestre. En la región Sur del país, en el departamento del Cauca, las condiciones de oferta ambiental favorecen el registro de una cosecha principal con el 85% de la cosecha anual registrada en el primer semestre del año.

En la zona Norte del país, en el departamento del Cesar, se registra una sola cosecha al año en el segundo semestre, y en el departamento de

Santander un 90% de la cosecha del año en el mismo período.

Distribución de las floraciones en distintos escenarios climáticos. Durante el año 2011 predominó la condición La Niña, la cual inició en junio de 2010 y se extendió hasta marzo de 2012.

La precipitación acumulada durante 2011 alcanzó valores superiores a los históricos en las Estaciones Experimentales, con incrementos entre 504 y 1.007 mm (Figura 32).

En el año 2013 predominó la condición húmeda Neutra, la cual inició en abril de 2012 y se extendió hasta octubre de 2014. La cantidad de lluvia que se registró en las Estaciones Experimentales durante este período superó los valores entre 71 y 346 mm. La temperatura media anual no varió con respecto al valor histórico registrado en las Estaciones (Figura 33).

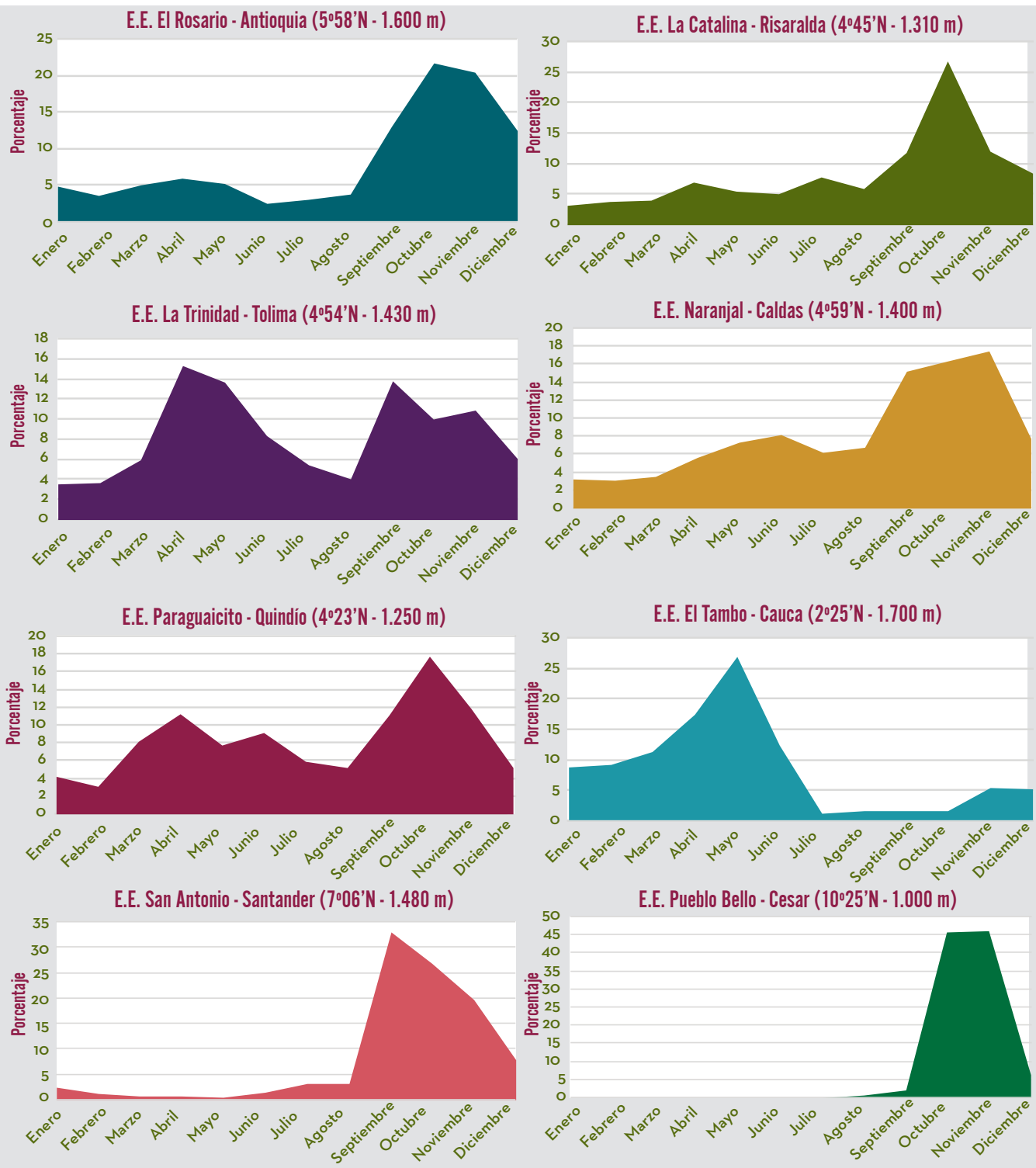


Figura 31. Patrones promedio de distribución de la cosecha proyectada a partir de los registros de floración, entre los años 2011 y 2017, en las Estaciones Experimentales de Cenicafé.

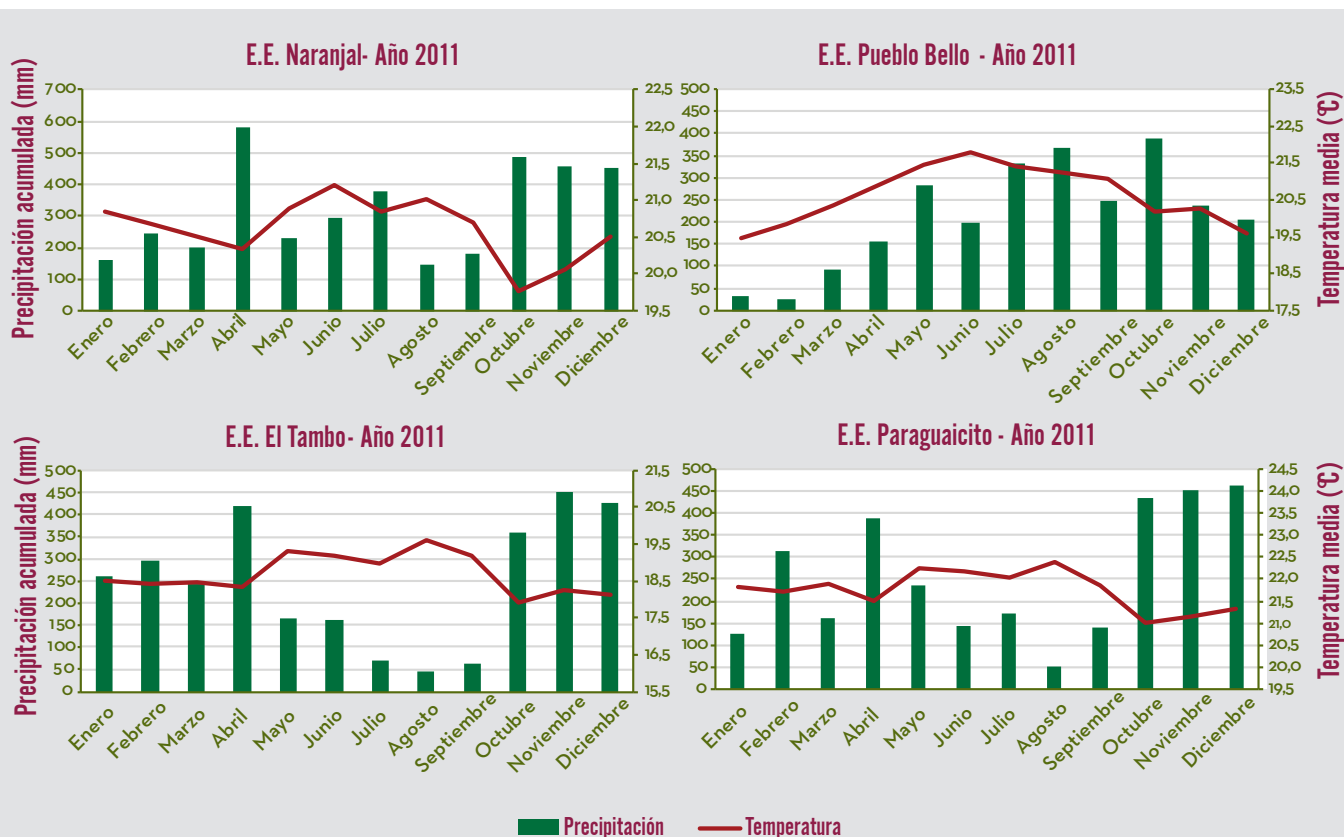


Figura 32.

Registros mensuales de precipitación (mm) y temperatura media (°C) en cuatro Estaciones Experimentales de Cenicafé durante una condición La Niña¹, año 2011.

¹ http://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php

Para el año 2015 predominó la condición El Niño, que inició en noviembre de 2014 y se extendió hasta mayo de 2016; uno de los eventos El Niño más fuerte en los últimos años. En las Estaciones Experimentales la cantidad de lluvia registrada durante este período, se redujo en promedio 744 mm y la temperatura media anual presentó incrementos entre 0,8 y 1,2°C (Figura 34).

Con base en las floraciones registradas en los períodos que representan las cosechas de cada año, se describe la distribución de los porcentajes de floración mensuales

según las condiciones de La Niña, Neutro y El Niño, en tres regiones representativas de la caficultura en Colombia.

En la zona cafetera Central en el municipio de Chinchiná (Caldas), las condiciones asociadas a períodos La Niña y Neutro conducen a desarrollar floraciones dispersas, con un mayor número de eventos de menor magnitud registrados durante el año; en contraste, bajo las condiciones de El Niño, los períodos secos promueven floraciones más concentradas y abundantes. Los patrones de distribución

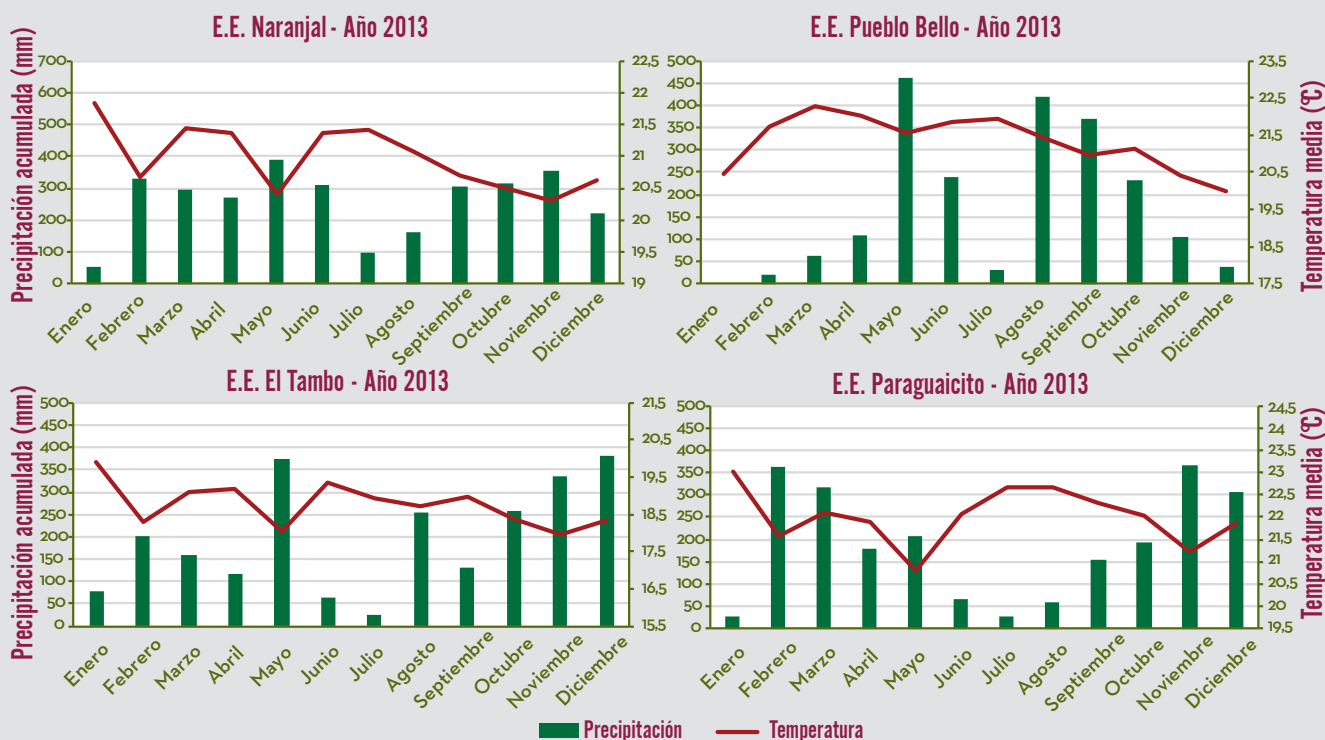


Figura 33.

Registros mensuales de precipitación (mm) y temperatura media (°C) en cuatro Estaciones Experimentales de Cenicafé durante una condición Neutro², año 2013

² http://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php

de la cosecha anual en los diferentes escenarios climáticos, comparados con el patrón histórico de esta región, pueden variar sutilmente la proporción de cosecha en cada semestre (Figura 35).

En el Norte del país, la zona cafetera de Pueblo Bello (Cesar), bajo condiciones asociadas a períodos La Niña, presenta un adecuado desarrollo de las floraciones, la disponibilidad de agua para el cultivo favorece la etapa de llenado de frutos y una mejor calidad de las cosechas;

en condiciones Neutras, las floraciones pueden presentarse con normalidad en dos o tres eventos y las etapas de desarrollo del fruto en épocas con déficit pueden afectar el llenado. En períodos El Niño las floraciones pueden desarrollarse con normalidad ante la presencia de las primeras lluvias que inducen el rompimiento de la latencia; si estos períodos de baja disponibilidad hídrica se prolongan durante la etapa de llenado de los frutos, la calidad de la cosecha puede afectarse significativamente (Figura 36).

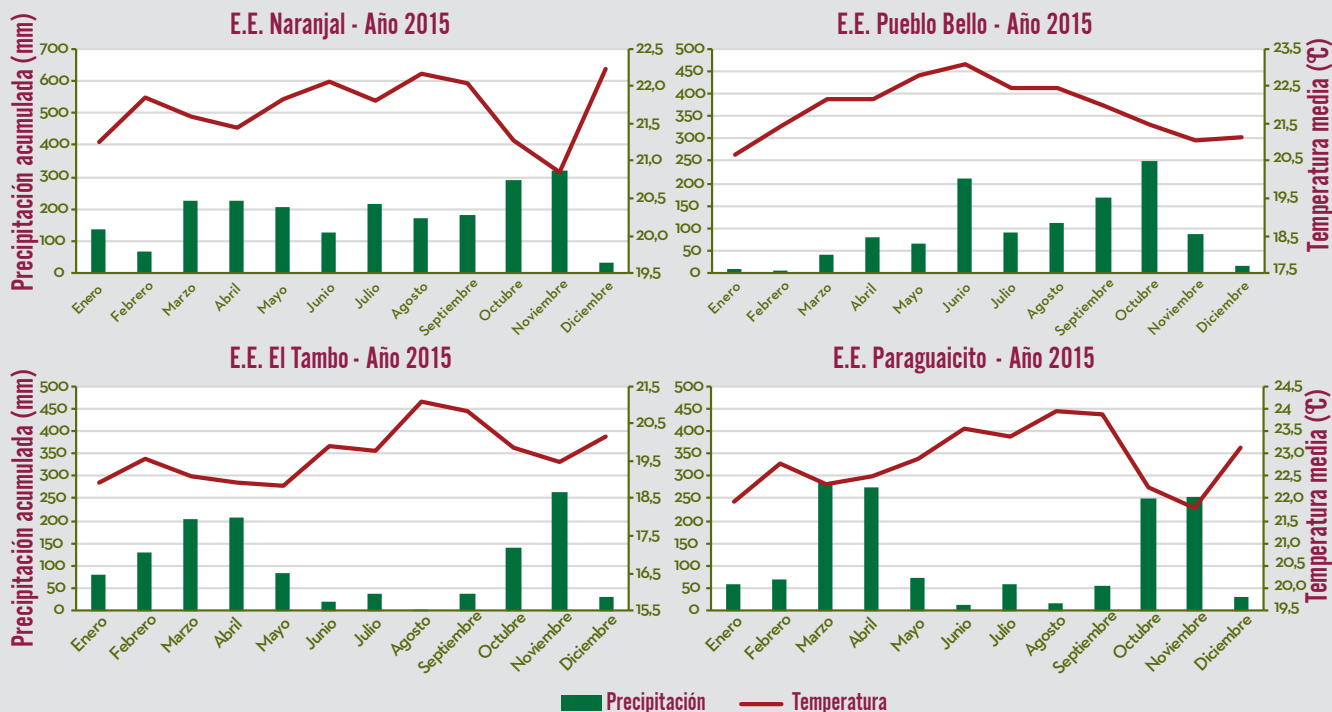


Figura 34.

Registros mensuales de precipitación (mm) y temperatura media (°C) en cuatro Estaciones Experimentales de Cenicafe durante una condición El Niño³, año 2015

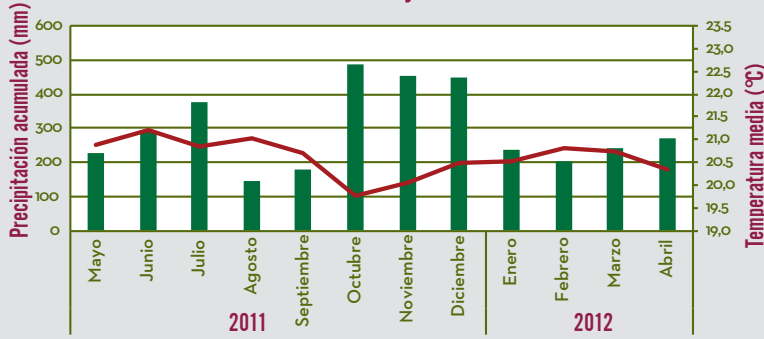
³ http://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php

En el Sur del país, la zona cafetera del municipio de El Tambo (Cauca), bajo las condiciones asociadas a períodos La Niña presenta eventos de floración dispersos, que alteran el patrón de distribución histórico de la cosecha, con un mayor número de eventos de recolección en el año. En períodos Neutros sucede una menor dispersión de las floraciones y el patrón de cosecha histórico tiende a normalizarse. Bajo las condiciones de El Niño, los períodos secos promueven floraciones más concentradas y

abundantes, favorecidas por el incremento en las unidades térmicas acumuladas, debido al aumento en la temperatura promedio (Figura 37).

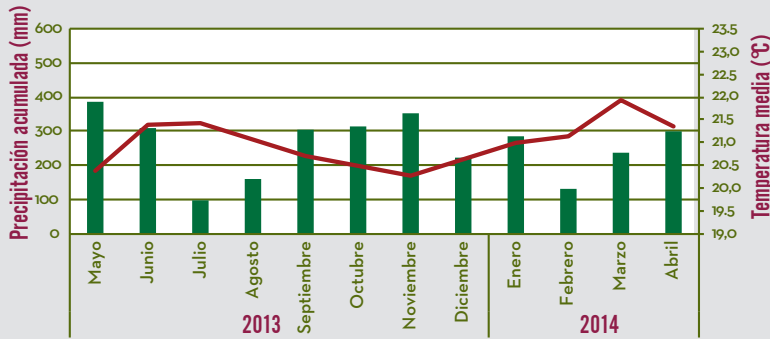
El comportamiento de las floraciones en escenarios que promueven un mayor número de eventos, con una mayor dispersión del número de flores, favorecen la disponibilidad de mano de obra para la cosecha en un momento determinado, pero incrementan el costo operativo de la recolección, debido a los bajos

E.E. Naranjal



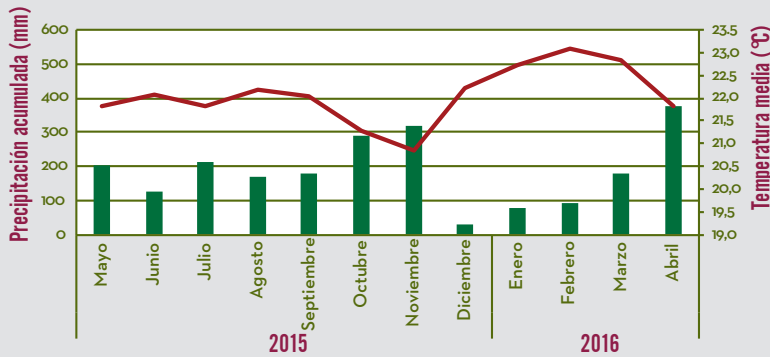
Distribución de floraciones (%) La Niña

| May-11 | Jun-11 | Jul-11 | Ago-11 | Sep-11 | Oct-11 | Nov-11 | Dic-11 | Ene-11 | Feb-11 | Mar-11 | Abr-11 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 4,28 | 4,08 | 3,16 | 4,15 | 4,06 | 3,12 | 6,27 | 6,73 | 11,85 | 15,26 | 28,87 | 8,16 |



Distribución de floraciones (%) Neutro

| May-13 | Jun-13 | Jul-13 | Ago-13 | Sep-13 | Oct-13 | Nov-13 | Dic-13 | Ene-13 | Feb-13 | Mar-13 | Abr-13 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 5,89 | 2,76 | 2,64 | 10,63 | 9,63 | 9,69 | 9,21 | 12,38 | 8,73 | 8,18 | 7,16 | 13,11 |



Distribución de floraciones (%) El Niño

| May-15 | Jun-15 | Jul-15 | Ago-15 | Sep-15 | Oct-15 | Nov-15 | Dic-15 | Ene-15 | Feb-15 | Mar-15 | Abr-15 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 3,11 | 1,94 | 5,74 | 4,35 | 2,77 | 11,33 | 6,39 | 4,02 | 2,14 | 53,29 | 0,39 | 4,54 |

■ Precipitación — Temperatura

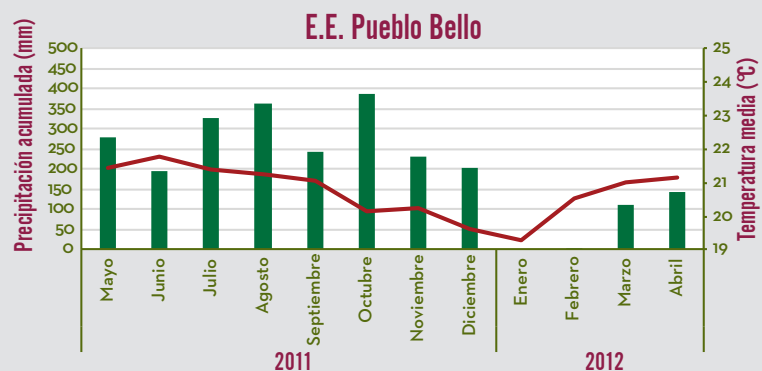
Figura 35.

Registros mensuales de precipitación (mm), temperatura media (°C) y floraciones (%) en condiciones de La Niña, Neutro y El Niño en la Estación Naranjal (Chinchiná, Caldas).

rendimientos en kilogramos de café cereza cosechados por jornada. El incremento en los costos de manejo de la broca es otro factor limitante bajo estas condiciones ya que la presencia de frutos en diferentes etapas de desarrollo requiere de un monitoreo permanente sobre los niveles de infestación y aumenta la frecuencia en la implementación de medidas de control.

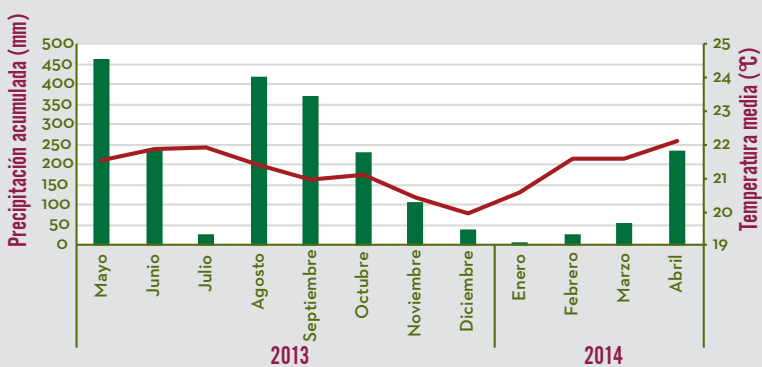
Cuando las floraciones son concentradas en un menor número de eventos, el manejo de la cosecha demanda la planificación de una mayor capacidad operativa para la recolección oportuna de la cantidad de café cereza en su etapa de maduración, y de infraestructura para el beneficio, el secado y el manejo de los subproductos correspondientes a esta etapa. Los registros de floración brindan una herramienta para la toma de decisiones con relación a las condiciones de clima predominantes en un período determinado.

A partir de los registros de floración es factible determinar los períodos críticos para iniciar el monitoreo y control de plagas como la broca del café (*Hypothenemus hampei*) y enfermedades como la roya (*Hemileia vastarix*), con el fin de asegurar la cantidad y la calidad de las cosechas, con un menor riesgo de detrimento y una mayor rentabilidad del cultivo.



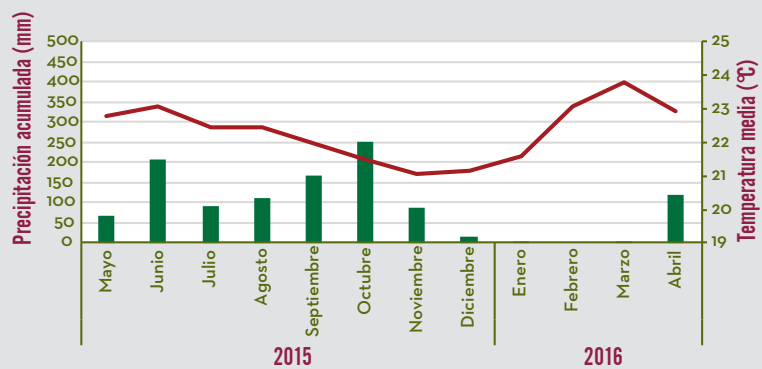
Distribución de floraciones (%) La Niña

| May-11 | Jun-11 | Jul-11 | Ago-11 | Sep-11 | Oct-11 | Nov-11 | Dic-11 | Ene-11 | Feb-11 | Mar-11 | Abr-11 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | 0,00 |



Distribución de floraciones (%) Neutro

| May-13 | Jun-13 | Jul-13 | Ago-13 | Sep-13 | Oct-13 | Nov-13 | Dic-13 | Ene-13 | Feb-13 | Mar-13 | Abr-13 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 12,72 | 52,03 | 35,24 | 0,00 |



Distribución de floraciones (%) El Niño

| May-15 | Jun-15 | Jul-15 | Ago-15 | Sep-15 | Oct-15 | Nov-15 | Dic-15 | Ene-15 | Feb-15 | Mar-15 | Abr-15 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 58,41 | 41,59 |

■ Precipitación — Temperatura

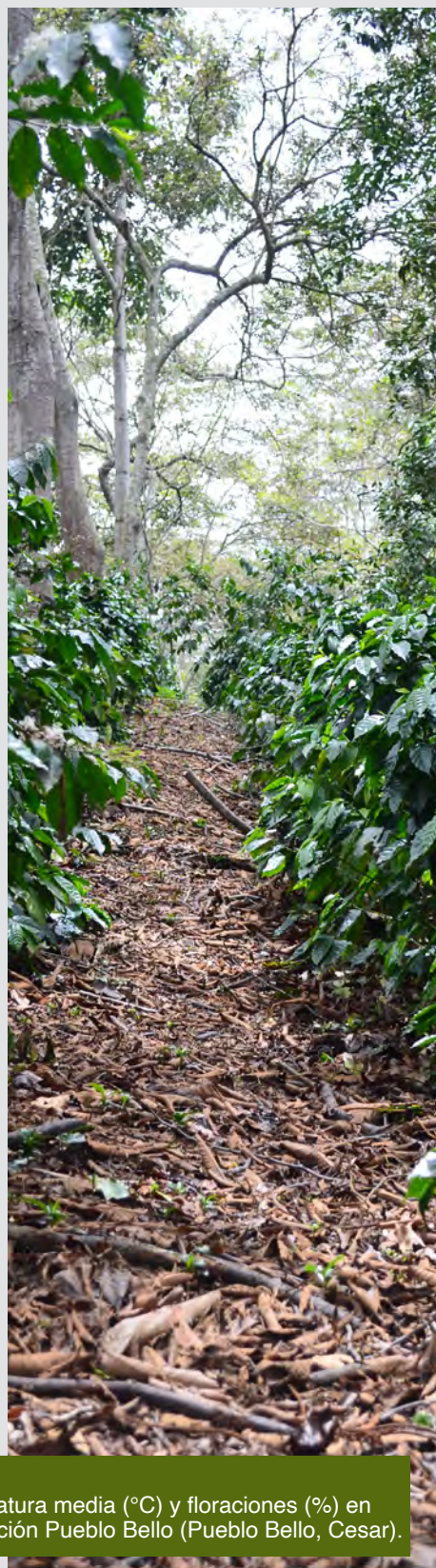
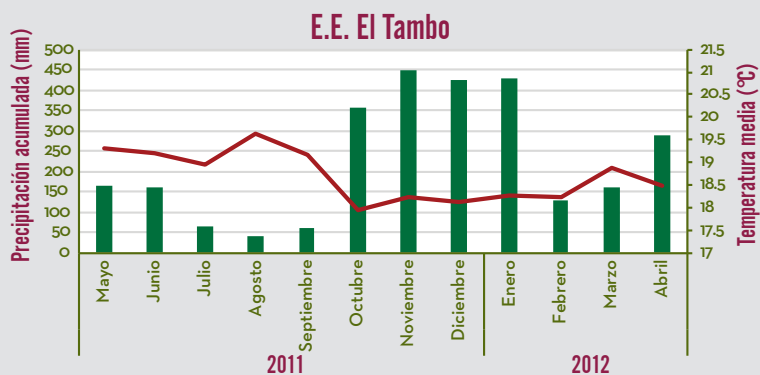


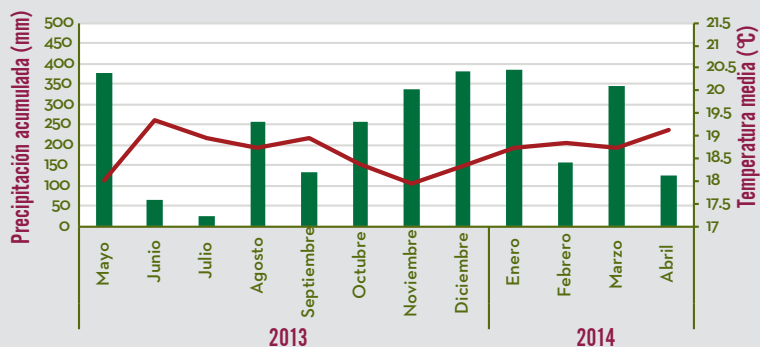
Figura 36.

Registros mensuales de precipitación (mm), temperatura media (°C) y floraciones (%) en condiciones de La Niña, Neutro y El Niño en la Estación Pueblo Bello (Pueblo Bello, Cesar).



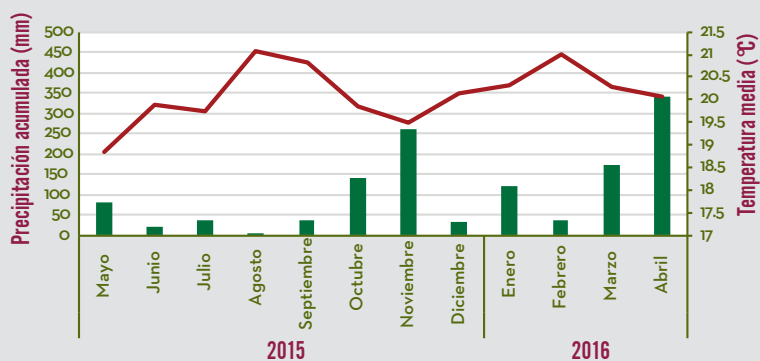
Distribución de floraciones (%) La Niña

| May-11 | Jun-11 | Jul-11 | Ago-11 | Sep-11 | Oct-11 | Nov-11 | Dic-11 | Ene-11 | Feb-11 | Mar-11 | Abr-11 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 9,92 | 11,37 | 4,52 | 20,77 | 9,52 | 6,94 | 2,07 | 2,79 | 2,82 | 3,15 | 16,71 | 9,42 |



Distribución de floraciones (%) Neutro

| May-13 | Jun-13 | Jul-13 | Ago-13 | Sep-13 | Oct-13 | Nov-13 | Dic-13 | Ene-13 | Feb-13 | Mar-13 | Abr-13 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 18,77 | 6,84 | 9,33 | 18,92 | 13,93 | 13,21 | 2,72 | 1,32 | 0,38 | 1,76 | 5,56 | 7,27 |



Distribución de floraciones (%) El Niño

| May-15 | Jun-15 | Jul-15 | Ago-15 | Sep-15 | Oct-15 | Nov-15 | Dic-15 | Ene-15 | Feb-15 | Mar-15 | Abr-15 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 10,66 | 8,17 | 38,11 | 0,96 | 25,88 | 14,92 | 0,00 | 0,06 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 1,21 |

■ Precipitación — Temperatura



Figura 37.

Registros mensuales de precipitación (mm), temperatura media (°C) y floraciones (%) en condiciones de La Niña, Neutro y El Niño, en la Estación El Tambo (El Tambo, Cauca).

Administración de labores agronómicas en el cultivo de café con base en los períodos secos y húmedos, floraciones y patrones de cosecha en las regiones cafeteras de Colombia

La planificación es una herramienta administrativa que facilita la toma de decisiones en la empresa cafetera y a través de esta puede identificarse cómo, cuándo, dónde y con qué recursos se cuenta para llevar a cabo una actividad. El manejo de cada una de las etapas del cultivo debe considerar además la oportunidad en la ejecución de la labor como clave del éxito para alcanzar los objetivos planteados.

Cenicafé durante sus 80 años se ha dedicado al desarrollo de investigación científica y tecnológica en el cultivo de café, proporcionando alternativas que procuran el bienestar del caficultor colombiano y la rentabilidad de su cultivo. Entre los principales logros se destacan los estudios sobre nuevas variedades, densidades de siembra, sistemas de renovación, nutrición del cultivo, manejo integrado de plagas y

enfermedades, conservación de suelos, desarrollo de herramientas y equipos para las labores de cosecha y poscosecha, y manejo de subproductos del café para la sostenibilidad del medio ambiente.

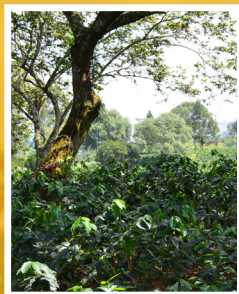
La divulgación de todos los productos de las investigaciones mediante las publicaciones (Avances Técnicos, artículos científicos, libros, boletines e informes técnicos) y la integración de las TICs a través de las páginas web y la creación de aplicativos, han facilitado el acceso y la oportunidad de la información para el gremio cafetero.

Teniendo en cuenta los aspectos aquí mencionados y el contenido de los capítulos de esta publicación, se presentan los planificadores de las principales labores de manejo agronómico del sistema de producción del cultivo durante las etapas de crecimiento y desarrollo para las diferentes zonas cafeteras del país, con base en los períodos secos y húmedos, los registros de floraciones y los patrones de distribución de las cosechas como se presenta en la siguiente infografía (Jaramillo, 2016; Arcila, 2007; Camayo y Arcila, 1997; Gómez, 2004; Jaramillo 2005; Farfán y Jaramillo, 2009; Arcila et al., 2007; Bustillo, 2007; Arcila, 2011; Gil et al., 2013; Galvis, 2002; Rivillas y Castro, 2011; Rivillas, et al., 2011; Gil, 2001; Gil & Leguizamón, 2000; Sadeghian, 2008; González et al., 2014; Rendón et al., 2008; Hincapié y Salazar, 2007; Menza y Peláez, 2015; Rendón, 2016).

1



CAFÉ AL SOL



CAFÉ EN SISTEMA AGROFORESTAL

2

PERÍODOS SECOS Y HÚMEDOS



ZONA CAFETERA

| Norte y Oriente | Centro Norte y Sur | Sur |
|-------------------|--|--------------------|
| Diciembre a marzo | Enero a Marzo; Julio a Agosto | Junio a Septiembre |
| Abril a Noviembre | Abril a Mayo Septiembre a Diciembre | Octubre a Mayo |

5

GERMINADOR



6

ALMÁCIGOS



ALMÁCIGOS DE SOMBRÍO



DE CAFÉ

7

SIEMBRA



8

FERTILIZACIÓN



9

REGULACIÓN SOMBRÍO



10

CONTROL DE ARVENSES



11

FLORACIÓN



12

COSECHA



Planifique el sistema de siembra de café



RENUEVE
Los cafetales viejos y los que terminan su ciclo productivo al finalizar la cosecha principal

3



VARIEDAD DE CAFÉ
Cenicafé 1, Castillo® Zona Norte, Centro y Sur y Tabi



4

SEMILLA
Certificada, resistente a la Roya y el CBD

ZONA CAFETERA

| | | | | | | | | |
|------------------------|------------------|-----------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------|---|------------------------|--------------------------------------|
| NORTE Y CENTRO ORIENTE | Agosto | Octubre | Abril a Mayo | Abril a Mayo Octubre a Noviembre | Abril | Marzo, Junio, Septiembre y Diciembre | Febrero, Marzo y Abril | Octubre a Diciembre |
| CENTRO NORTE Y SUR | Febrero y Agosto | Abril y Octubre | Marzo a Mayo Septiembre a Octubre | Abril a Mayo Septiembre a Octubre | No aplica | Enero, Marzo, Mayo, Julio, Septiembre y Noviembre | Febrero a Marzo | Abril a Junio Octubre a Diciembre |
| SUR | Febrero | Abril | Septiembre a Octubre | Abril a Mayo Octubre a Noviembre | Octubre | Enero, Marzo, Mayo, Julio, Septiembre y Noviembre | Septiembre a Octubre | Abril a Mayo |