



AVANCES TÉCNICOS

379

Cenicafé

Gerencia Técnica / Programa de Investigación Científica / Enero de 2009

SOMBRÍO PARA EL CULTIVO DEL CAFÉ SEGÚN LA NUBOSIDAD DE LA REGIÓN

Fernando Farfán Valencia*; Álvaro Jaramillo Robledo**

La zona cafetera colombiana se caracteriza por presentar una alta nubosidad durante el día, que puede ser estimada a partir de los registros del brillo solar y por una disponibilidad de agua en el suelo variable, cuantificada mediante los balances hídricos regionales(11). Estas dos condiciones, determinantes de la producción de café, se deben tener en cuenta para orientar las prácticas en el cultivo, entre ellas el sombrío.

La calidad y la cantidad de radiación solar afecta el crecimiento y el desarrollo de las plantas, el funcionamiento de los estomas y las respuestas fisiológicas (12); en el café, la disponibilidad de radiación afecta de forma muy significativa la producción, especialmente si el sistema de producción se hace bajo árboles de sombrío.

Las observaciones sobre la cantidad de sombra necesaria para el café en sistemas agroforestales y la variabilidad expresada en su heterogeneidad espacial y temporal es muy escasa, y los resultados de los estudios se han limitado a algunas localidades de la zona cafetera de Colombia.



* Asistente de Investigación. Fitotecnia, Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.

** Investigador Científico III. Agroclimatología, Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé, Chinchiná, Caldas, Colombia.

Tradicionalmente se ha pensado que el comportamiento de los cafetos es igual bajo cualquier nivel de sombra, lo que equivaldría a decir que el café produce lo mismo bajo cualquier cantidad de luz disponible, independientemente de las condiciones climáticas de la región; concepto que hay que replantear, ya que las plantas requieren de diferentes proporciones de sombrero, dependiendo de la ubicación geográfica (latitud, altitud) y de la disponibilidad de radiación solar y de agua en el suelo que presente la zona.

En Colombia, la tendencia general de la zona cafetera central (latitudes entre 3° y 7°N) es la de presentar durante el año dos períodos secos (enero-febrero y julio-agosto) y dos húmedos (abril-mayo y octubre-noviembre); para las regiones de la zonas Norte (latitudes mayores a 7°N), Sur (latitudes menores a 3°N) y Oriente del país, la tendencia general es a presentar en el año una sola estación seca(11). En la región cafetera norte, por ejemplo, Pueblo Bello (Cesar) (10° 25' N), se presenta una estación seca pronunciada de enero a abril, con un déficit hídrico de 238 mm (5, 11), y en la región

sur, por ejemplo, Consacá (Nariño) (01° 15' N) presenta una estación seca marcada, de julio a septiembre, con un déficit hídrico de 266 mm, durante tres meses continuos (5).

Se considera como un límite de deficiencia hídrica para el café una cantidad de 150 mm acumulados en tres meses continuos, asociada a unos altos niveles de radiación solar, condiciones en las cuales se recomienda establecer los cafetales con árboles de sombrero (3). El sombrero también es recomendable si el relieve es quebrado con pendientes fuertes (>50%), con suelos susceptibles a la erosión, suelos poco profundos y poco estructurados, con bajos contenidos de materia orgánica y baja fertilidad natural, suelos con mal drenaje, con baja permeabilidad y baja retención de humedad (1). Se ha establecido que dependiendo de la localidad, el nivel de sombrero óptimo bajo estas condiciones fluctúa entre 35 y 45% (6, 8, 9), cuando se emplea una sola especie de árbol y con regulación permanente de la sombra.

La normativa para la producción y la certificación de café con la denominación de “Amigable con

las aves” o “Café aliado de los bosques” (15, 16), exige al caficultor, entre otros, el cumplimiento de los criterios consignados en la Tabla 1.

Dadas las características variables de las condiciones fisiográficas y climáticas de la región cafetera de Colombia, es difícil generalizar y establecer un único patrón de sombra para el café, por lo cual es necesario plantear ajustes en el grado de sombra de acuerdo a la especie del árbol de sombrero, la densidad de siembra del café y a las condiciones de sombrero natural (cobertura por nubosidad), presente en la región.

Variación en la estructura del componente arbóreo. En un cultivo de café con sombrero se pueden observar algunas áreas con muy poca sombra (sombrero ralo) y otras con demasiado sombrero (sombrero denso); o que el cultivo en su totalidad presente poca sombra en su inicio o demasiada sombra en estados avanzados de desarrollo de los árboles. Este hecho está definido o determinado por las llamadas “dos dimensiones de la sombra”, que son la intensidad del sombrero (grado de sombra, nivel de sombra

Tabla 1. Normativa para la producción y certificación de café con la denominación de “Amigable con las aves” o “Café aliado de los bosques”. Criterios para el café bajo sombra.

Criterios	Aliados de los bosques	Amigable con las aves
Tipo de sombrero	Permanente	Permanente
Distribución de la sombra	Homogénea	Homogénea
Nº de árboles por hectárea	70	70
Nº de especies por hectárea	12 especies nativas	10 especies nativas
Distancia de siembra de los árboles	12,0 m x 12,0 m	12,0 m x 12,0 m
Densidad de la sombra	40% mínimo	40% mínimo
Estratos verticales	2 mínimo	3 mínimo
Altura del dosel principal	-	12 m

o porcentaje de cobertura) y la distribución de la sombra, la cual depende de la estructura del árbol, de su arquitectura, de la forma y del desarrollo de las copas, de las distancias de siembra, del número de especies y del manejo dado a los árboles, entre otros (6).

Niveles de sombrero del 10 al 20% (sombrero ralo) se pueden presentar con bajas densidades de siembra de los árboles o en los primeros años de desarrollo de los mismos, o con la selección inadecuada de una especie para el sitio, una poda excesiva o con ataques de plagas o enfermedades en determinadas épocas del año. Igualmente, niveles de sombra superiores al 50% (sombrero denso), limitativos para la producción del café, se presentan con altas densidades de siembra de los árboles o debido a su mal manejo (sin podas de mantenimiento y sin podas de formación), o con una inadecuada distribución de los árboles en el campo.

Por lo tanto, es requisito básico en los sistemas de cultivo de café con sombrero, determinar el denominado

“porcentaje de sombrero óptimo” o “grado de sombra adecuado”, el cual depende básicamente de la localidad, de la radiación solar anual (cobertura de nubes o nubosidad) y de las necesidades del cultivo, pues éste será el reflejo de las reducciones o incrementos de la producción, al establecer el café con el asociado de árboles.

Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA). Es la franja del espectro electromagnético utilizada para los procesos de la fotosíntesis (400 a 700 nm) y es un rango muy próximo a la radiación visible (luz).

Las principales características de la RFA que afectan el comportamiento biológico son la calidad (diferentes rangos de longitudes de onda que constituyen el espectro electromagnético), la intensidad (cantidad de energía que alcanza una superficie en unidad de tiempo) y la duración (tiempo de incidencia de la radiación solar) (11).

Cuando la radiación se expresa como un porcentaje de la radiación

incidente en la parte externa del cultivo, se debe asociar con la cantidad real de radiación medida, que ingresa al agrosistema. Por ejemplo, no es lo mismo una sombra del 46% para el café con *Inga edulis* (guamo santafereño), establecido a 12,0 m x 12,0 m en Pueblo Bello (Cesar), que un porcentaje de sombrero similar (49%) en Naranjal (Caldas), con la misma especie de sombra y a la misma distancia de siembra. Mientras que en el primer caso, 46% significa una RFA disponible para el café de 988,1 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, en Naranjal esta RFA es de 642,3 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}^{-1}$ (35,0% menos comparado con Pueblo Bello)¹ (Tabla 2).

En los sistemas agroforestales con más de una especie, se presenta la competencia por los recursos como la humedad del suelo, los nutrientes y la radiación solar. Cuando los rayos solares atraviesan las copas de los árboles, la cantidad de radiación para los estratos más bajos es menor y su calidad es alterada, debido a que las hojas preferentemente absorben la luz roja y la azul dentro del rango espectral

Tabla 2. Relación entre el porcentaje de sombra y la RFA en dos localidades de la zona cafetera colombiana.

Localidad	Ubicación geográfica		Altitud (m)	Porcentaje de sombra			RFA ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)		
	Latitud (N)	Longitud (W)		1	2	3	1	2	3
Pueblo Bello	10° 25'	73° 34'	1.134	66,0	55,7	45,7	522,2	742,4	988,1
Naranjal	04° 58'	75° 39'	1.381	67,0	53,9	49,2	350,4	334,0	642,3

RFA: Radiación Fotosintéticamente Activa

1. Sombrero de guamo santafereño a 6,0 x 6,0 m
2. Sombrero de guamo santafereño a 9,0 x 9,0 m
3. Sombrero de guamo santafereño a 12,0 x 12,0 m

¹ Registros de la RFA evaluada en el Experimento Fit 0422, localizado en la Subestación Experimental Pueblo Bello (C) y en la Estación Central Naranjal (C), en el segundo semestre del año 2000.

de la radiación fotosintéticamente activa (RFA), y por lo tanto, la intensidad de sombra en los sistemas agroforestales varía de acuerdo con la especie, la densidad de siembra, la edad, la altura, el espaciamiento y la estructura de las copas del componente arbóreo (14).

Brillo solar y nubosidad de la zona cafetera. En general, el transcurso anual del brillo solar en la zona cafetera colombiana, sigue una onda opuesta a la distribución de las lluvias. La nubosidad está determinada por la presencia de la Zona de Confluencia Intertropical y por los movimientos locales de las masas de aire que se originan dentro de las montañas, denominadas circulaciones valle - montaña - valle.

En Colombia, para los valles interandinos de los ríos Cauca y Magdalena la distribución del brillo solar presenta sus valores máximos en los meses de menor lluvia, como son enero-febrero y julio-agosto. En las regiones de los Llanos Orientales y la Costa Atlántica la distribución tiende a presentar el valor máximo en diciembre-enero y los valores mínimos en junio-julio. Los mayores valores de brillo solar se registran en la península de La Guajira, con cantidades anuales próximas a las 3.000 horas, y los valores más bajos se observan en el litoral Pacífico con 900 horas al año (2, 4).

En la mayoría de las localidades de la zona Andina se presentan entre 1.600 y 1.800 horas de brillo solar al año. El promedio del brillo solar anual para la región está próximo a las 1.550 horas al año, que representa un 36% del brillo solar máximo astronómico, lo que

indica una alta presencia de nubes y, en consecuencia, altas proporciones de radiación difusa. Se observan valores extremos próximos a 2.150 horas (49% del brillo solar máximo) y 1.050 horas al año (24% del brillo solar astronómicamente posible).

¿Cuántas especies de árboles plantar? El aumento en el número de árboles hace que los sistemas de producción de café bajo sombra sean más diversos; pero de acuerdo con Valladares *et al.* (17), el incremento en el número de árboles contribuye a la disminución en la intervención o mantenimiento de los árboles (regulación del sombrío), lo que se traduce en pérdida de la estructura heterogénea del sombrío (sombrío adecuado), dando lugar a estructuras más homogéneas (sombrío excesivo), no solo más oscuras sino con una menor distribución espacial de la

luz (Figura 1). Los estudios hechos por Percy *et al.* (13), revelan que al incrementar el número de árboles por unidad de área, aumenta la diversidad de arquitectura (forma, altura, diámetro del dosel) pero con una baja eficacia en la interceptación de la luz, debido a la variabilidad en el sombrío.

Disponibilidad de agua en el suelo. La falta de disponibilidad de agua en el suelo al ser interceptada por el follaje de los árboles, también es denominada por Valladares *et al.* (17), como “la sombra seca”. Este fenómeno es contradictorio en algunos ambientes, como el café creciendo bajo árboles de sombra, debido al concepto tradicional de creer que los ambientes más sombreados para el café son los más favorables, desde el punto de vista de la productividad y la biodiversidad. Esta condición fue

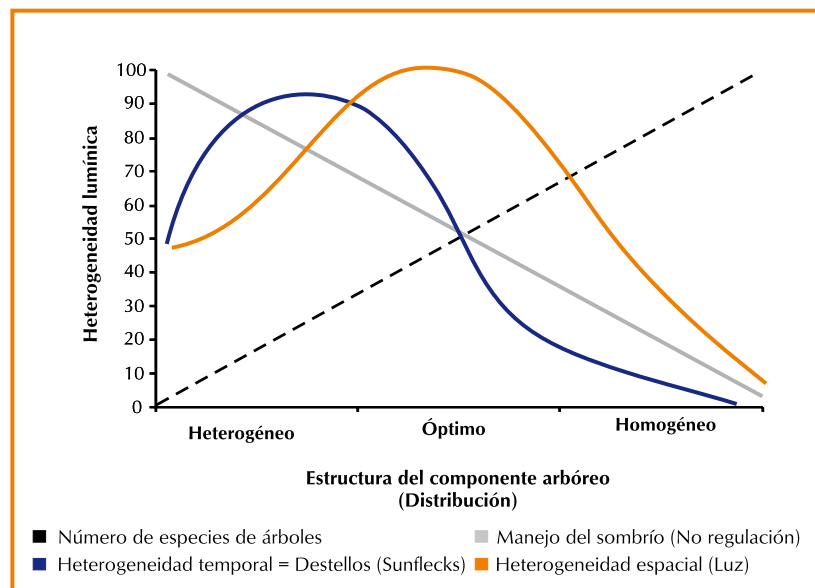


Figura 1. Variación de la heterogeneidad lumínica como resultado del incremento en el número de árboles y de la reducción en la regulación de la sombra. Adaptada de Valladares *et al.* (17).

observada por Jaramillo (10) en estudios sobre redistribución de la lluvia en sistemas agroforestales con café, en el cual encontró menor disponibilidad hídrica en áreas cultivadas con café y sombrío de *Cordia alliodora* (nogal cafetero) comparado con el café a libre exposición solar, como efecto del alto grado de sombra (mayor al 45%) dado por los árboles de sombrío.

Interceptación de lluvia en épocas secas. La cantidad de radiación solar y el agua disponible en el suelo son dos factores que interactúan, particularmente en ambientes secos, por lo tanto, las respuestas de las plantas a la luz o a la sombra están muy afectadas por la disponibilidad hídrica. No obstante, los efectos de la interacción que se pueden identificar en cada caso varían dependiendo sobre todo de la variable de respuesta (ecofisiológica, crecimiento, supervivencia) de las especies y de la variabilidad climática (17).

La competencia interespecífica y la interceptación de la lluvia por parte del dosel de los árboles, en épocas secas, son las explicaciones del mayor estrés hídrico a la sombra que al sol durante estos períodos. A este fenómeno también se le ha llamado “paradoja edáfica” por Montoya y Mesón (1992), citados por Valladares (17). Farfán y Jaramillo (7), al comparar la disponibilidad de agua en suelo durante el período enero de 1998 a diciembre de 2000, encontraron que en Pueblo Bello (Cesar), se presentaron deficiencias hídricas en el suelo cuando se cultivó simultáneamente café bajo sombrío de *Erythrina fusca* y se dejó el suelo con cobertura vegetal muerta.

Ajustes en la proporción de sombrío según la nubosidad de la región. Si se considera que el sombrío para un cafetal, sin que disminuya su producción, debe tener una cobertura máxima de sombra del 45% y que los componentes del sombrío se deben a la suma de un sombrío natural debido a la nubosidad de la región y a un sombrío de los árboles, en la Tabla 3 se presentan para la zona cafetera de Colombia los porcentajes de sombra (si se debe o quiere establecer sombra al café) ajustados para cada localidad, de acuerdo a su ubicación geográfica, altitud y brillo solar anual (horas). El máximo sombrío para el café (45%) se establecería para una región con un brillo solar de 2.300 horas por año.

En la cordillera Occidental – vertiente oriental el brillo solar varía entre 2.026 y 1.002 horas, para porcentajes de sombrío que varían entre 39,6 y 19,6%, respectivamente. En la Cordillera Central - vertiente occidental, la variación del brillo solar está entre 2.199 horas (43,0% sombrío) y

1.369 horas (26,8% sombrío). Para la cordillera Central – vertiente oriental el sombrío estimado varía entre 23,2 y 36,2% de sombrío para valores de 1.187 horas y 1.852 horas, respectivamente. En la Cordillera Oriental – vertiente occidental el brillo solar está entre 2.203 y 1.153 horas para porcentajes de sombrío entre 43,1 y 22,6%.

En la Figura 2, se presenta un resumen de las proporciones de sombrío a utilizar en cultivos de café en Colombia, de acuerdo con las cantidades de brillo solar disponibles en la región.

Por estas razones, generalizar o establecer un valor constante en el número de árboles de sombrío para lograr un porcentaje igual de sombrío para el café, en toda la zona cafetera colombiana, es algo que debe replantearse; este porcentaje de cobertura debe estar sujeto a los diversos factores edáficos y climáticos, especialmente en cuanto al brillo solar, pues la nubosidad de una localidad contribuye en esa sombra en forma natural.

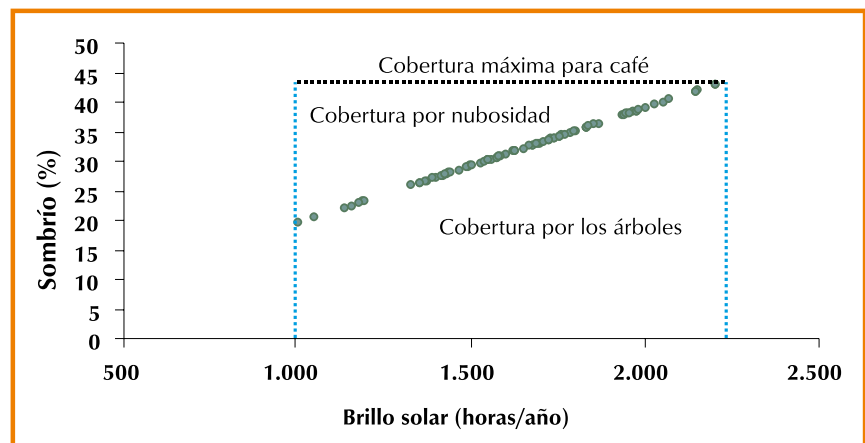


Figura 2. Proporciones de sombrío para el cultivo del café en la zona cafetera de Colombia, de acuerdo con las cantidades de brillo solar disponibles en la región.

Tabla 3. Porcentajes de sombrío para cada localidad, de acuerdo al número de horas de brillo solar al año.

Localidad	Municipio	Depto	Latitud Norte	Longitud Oeste	Altitud (metros)	Brillo solar (horas)	Sombrío (%)
Sierra Nevada de Santa Marta							
Pueblo Bello	Pueblo Bello	Cesar	10° 25'	73° 34'	1.134	2.147	42,0
Cordillera Occidental vertiente occidental							
J. Fernández	Restrepo	Valle	03° 49'	76° 32'	1.381	1.866	36,5
Albán	El Cairo	Valle	04° 47'	76° 11'	1510	1.547	30,3
Cordillera Occidental vertiente oriental							
La Colonia ITA*	Andes	Antioquia	05° 47'	75° 53'	1.320	1.830	35,8
Tulio Ospina	Bello	Antioquia	06° 19'	75° 35'	1.438	1.964	38,4
Hda. Piunti*	Buriticá	Antioquia	06° 44'	75 55'	1.540	1.430	28,0
Cañas Gordas*	Cañas Gordas	Antioquia	06° 44'	76° 02'	1.200	1.933	37,8
Piamonte	Fredonia	Antioquia	05° 54'	75° 38'	1.330	1.947	38,1
Ituango*	Ituango	Antioquia	07° 12'	75° 44'	1.575	1.738	34,0
M. Valencia	Jardín	Antioquia	05° 36'	75° 51'	1.621	1.727	33,8
O. Herrera*	Medellín	Antioquia	06° 13'	75° 36'	1.490	1.937	37,9
Guayabito*	Sto. Domingo	Antioquia	06° 33'	75° 08'	1.700	1.973	38,6
Ins. Fundadores*	Riosucio	Caldas	05° 26'	75° 43'	1.820	1.760	34,4
R. Escobar	Supía	Caldas	05° 27'	75° 38'	1.307	1.752	34,3
Bolívar	Bolívar	Cauca	01° 53'	76° 58'	1.510	1.782	34,9
La Salvajina*	Buenos Aires	Cauca	02° 58'	76° 42'	1.100	1.751	34,3
Venta Cajibío*	Cajibío	Cauca	02° 31'	76° 35'	1.800	1.548	30,3
Munchique*	El Tambo	Cauca	02° 31'	76° 58'	1.510	1.350	26,4
La Sierra*	La Sierra	Cauca	02° 10'	76° 46'	1.870	1.462	28,6
Mercaderes*	Mercaderes	Cauca	01° 46'	77° 10'	1.174	2.026	39,6
A. Machangara*	Popayán	Cauca	02° 26'	76° 35'	1.730	1.739	34,0
La Florida	Popayán	Cauca	04° 46'	74° 26'	1.850	1.675	32,8
Tacueyo*	Toribío	Cauca	03° 02'	76° 14'	1.790	1.327	26,0
A. Nariño*	Pasto	Nariño	01° 25'	77° 59'	1.796	2.002	39,2
Ricaurte*	Ricaurte	Nariño	01° 12'	77° 59'	1.181	1.002	19,6
Argelia	Argelia	Valle	04° 42'	76° 11'	1.600	1.579	30,9
M. Mallarino	Trujillo	Valle	04° 13'	76° 19'	1.331	1.599	31,3
A. Palmaseca*	Palmira	Valle	03° 33'	76° 23'	1.320	1.974	38,6
Cordillera Central vertiente occidental							
El Rosario	Venecia	Antioquia	05° 58'	75° 42'	1.495	2.051	40,1
Cenicafé	Chinchiná	Caldas	05° 00'	75° 36'	1.310	1.829	35,8
Naranjal	Chinchiná	Caldas	04° 58'	75° 39'	1.381	1.797	35,2
Agronomía	Manizales	Caldas	05° 03'	75° 30'	2.088	1.435	28,1
La Florida*	Pácora	Caldas	05° 33'	75° 29'	1.851	1.769	34,6
Santágueda	Palestina	Caldas	05° 04'	75° 40'	1.026	1.979	38,7
M. Mejía	El Tambo	Cauca	02° 24'	76° 44'	1.735	1.675	32,8
Ingenio Cauca*	Miranda	Cauca	03° 17'	76° 19'	1.000	1.755	34,3
Miranda*	Miranda	Cauca	03° 15'	76° 14'	1.200	1.570	30,7
O. Pérez	Consacá	Nariño	01° 15'	77° 29'	1.603	1.694	33,1
El Sauce	La Unión	Nariño	01° 37'	77° 07'	1.609	1.490	29,2
Paraguaicito	Buenavista	Quindío	04° 24'	75° 44'	1.203	1.720	33,7
Maracay	Quimbaya	Quindío	04° 36'	75° 44'	1.402	1.619	31,7
El Sena	Armenia	Quindío	04° 34'	75° 38'	1.589	1.396	27,3
La Bella	Calarcá	Quindío	04° 30'	75° 40'	1.449	1.415	27,7

Continúa ...

... Continuación

Localidad	Municipio	Depto	Latitud Norte	Longitud Oeste	Altitud (metros)	Brillo solar (horas)	Sombrío (%)
La Bohemia*	Pereira	Risaralda	04° 52'	75° 54'	1.020	2.199	43,0
La Catalina	Pereira	Risaralda	04° 45'	75° 44'	1.321	1.665	32,6
El Jazmín	Santa Rosa de Cabal	Risaralda	04° 55'	75° 37'	1.625	1.440	28,2
La Camelia*	Santuario	Risaralda	05° 05'	75° 58'	1.670	1.723	33,7
A. Gómez	Alcalá	Valle	04° 40'	75° 47'	1.259	1.691	33,1
Cumbarco*	Sevilla	Valle	04° 10'	75° 47'	1.740	1.412	27,6
H. Uribe	Sevilla	Valle	04° 17'	75° 54'	1.608	1.369	26,8
Cordillera Central vertiente oriental							
Anorí*	Anorí	Antioquia	07° 04'	75° 09'	1.610	1.648	32,2
Llanadas	Manzanares	Caldas	05° 12'	75° 08'	1.463	1.524	29,8
Santa Helena	Marquetalia	Caldas	05° 19'	75° 00'	1.395	1.623	31,8
J. Villamil	Gigante	Huila	02° 20'	75° 31'	1.500	1.187	23,2
E. A. La Plata*	La Plata	Huila	02° 25'	75° 55'	1.070	1.497	29,3
Cajamarca*	Cajamarca	Tolima	04° 26'	75° 26'	1.920	1.706	33,4
El Limón	Chaparral	Tolima	03° 40'	75° 35'	888	1.556	30,4
La Montaña	Dolores	Tolima	03° 33'	74° 54'	1.260	1.852	36,2
Líbano	Líbano	Tolima	04° 55'	75° 03'	1.514	1.796	35,1
La Trinidad	Líbano	Tolima	04° 54'	75° 02'	1.456	1.570	30,7
Chapetón	Ibagué	Tolima	04° 28'	75° 16'	1.353	1.832	35,8
Cordillera Oriental vertiente occidental							
Bertha	Moniquirá	Boyacá	05° 53'	73° 34'	1.677	1.626	31,8
La Laguna*	Robles La Paz	Cesar	10° 16'	73° 04'	1.500	1.945	38,1
La Florida*	Anolaima	C/marca	04° 46'	74° 26'	1.915	1.135	22,2
M. Santa Inés	Cachipay	C/marca	04° 43'	74° 27'	1.340	1.389	27,2
Misiones	Mesitas del Colegio	C/marca	04° 33'	74° 26'	1.540	1.191	23,3
E. Vocacional*	Pacho	C/marca	05° 10'	74° 11'	1.940	1.724	33,7
Tibacuy	Tibacuy	C/marca	04° 22'	74° 26'	1.538	1.485	29,1
Montelíbano	Yacopí	C/marca	05° 27'	74° 20'	1.365	1.687	33,0
Palacio Vegalarga*	Neiva	Huila	02° 56'	75° 02'	1.100	1.501	29,4
Zuluaga*	Garzón	Huila	02° 16'	75° 32'	1.623	1.177	23,0
J. Villamil	Gigante	Huila	02° 20'	75° 31'	1.420	1.153	22,6
C. A. Abrego*	Abrego	N. de S.	08° 05'	73° 14'	1.430	2.203	43,1
E. Agr Cáchira*	Cáchira	N. de S.	07° 44'	73° 03'	1.882	1.836	35,9
U.I.S*	Bucaramanga	Santander	07° 08'	73° 06'	1.018	1.581	30,9
San Antonio	Floridablanca	Santander	07° 06'	73° 04'	1.480	1.575	30,8
A. Palonegro*	Lebrija	Santander	07° 06'	73° 12'	1.189	2.069	40,5
E. A. Mogotes*	Mogotes	Santander	06° 29'	72° 58'	1.667	2.142	41,9
Alberto Santos	Socorro	Santander	06° 29'	72° 58'	1.667	2.142	41,9
Aguas blancas	San Vicente	Santander	06° 50'	73° 29'	964	1.423	27,8
Cachiri*	Suratá	Santander	07° 29'	73° 00'	1.850	1.537	30,1
Vivero Surata*	Suratá	Santander	07° 21'	73° 00'	1.725	1.956	38,3
Luis Bustamante	Villarrica	Tolima	03° 54'	74° 34'	1.616	1.048	20,5
Cordillera Oriental vertiente oriental							
Gacheta	Gacheta	C/marca	04° 49'	73° 37'	1.850	1.545	30,2
Blonay	Chinácota	N. de S.	07° 34'	72° 37'	1.235	1.365	26,7
Francisco Romero	Salazar	N. de S.	07° 44'	72° 47'	903	1.351	26,4

*Bernal(2)

La utilización o no del sombrero en los cafetales depende del clima y suelo de la región. (1). En regiones con suelos con buena retención de humedad y alta nubosidad, es recomendable cultivar el café a libre exposición solar, debido a que el sombrero disminuye la producción. Si la región presenta una inadecuada distribución de lluvias o tiene suelos con baja retención de humedad, limitaciones físicas o alta radiación solar, se recomienda el uso del sombrero, ya que éste mejora las condiciones de microclima e incrementa la producción para estas condiciones, aunque la producción es inferior a la obtenida en zonas con clima y suelo óptimos.

LITERATURA CITADA

1. BEER, J.W.; MUSCHLER, R.G.; KASS, D.; SOMARRIBA, E. Shade management in coffee and cacao plantations. *Agroforestry Systems* 38:139-164. 1998.
2. BERNAL, G., G. Distribución espacial del brillo solar en Colombia. HIMAT. Santafé de Bogotá. 30p. 1987.
3. CAMARGO A., P. D; PEREIRA, A.R. Agrometeorology of the coffee crop. Ginebra, World Meteorological Organization, 1994. 43 p.
4. CHAVES, C. B.; JARAMILLO, R. A. Regionalización de la distribución del brillo solar en Colombia por métodos de conglomeración estadística. *Cenicafé* 48(2): 120-132. 1997.
5. CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ. Archivo de información climática 1950-2004. Chinchiná, Cenicafé, 2004.
6. FARFÁN V., F. Producción de café en sistemas agroforestales. *In: Sistemas de producción de café en Colombia*. Chinchiná, Cenicafé-FNC, 2007. p. 161-200.
7. FARFÁN V., F.; JARAMILLO R., A. Efecto de la cobertura vegetal muerta y arbórea sobre la disponibilidad de agua en el suelo en sistemas agroforestales con café. *Cenicafé*, 59(1): 39 - 54. 2008
8. FARFÁN V., F.; MESTRE M., A. Respuesta del café cultivado en un sistema agroforestal a la aplicación de fertilizantes. *Cenicafé* 55(2):161-174. 2004.
9. FARFÁN V., F.; MESTRE M., A. Fertilización del café en un sistema agroforestal en la zona cafetera norte de Colombia. *Cenicafé* 55(3):232-245. 2004.
10. JARAMILLO R., A. La redistribución de la radiación solar y la lluvia dentro de plantaciones de café (*Coffea arabica* L.). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 29(112):371-382. 2005.
11. JARAMILLO R., A. Clima andino y el café en Colombia. Chinchiná, Cenicafé, 2005. 192 p.
12. LEE, S.; TEWARI R., K.; HAHN, E.; PAEK, K. Photon flux density and light quality induce changes in growth, stomatal development, photosynthesis and transpiration of *Withania Somnifera* (L.) Dunal. *Plantlets. Plant Cell Tiss Organ Cult* 90:141-151. 2007.
13. PEARCY., R.; MURAOKA., H.; VALLADARES., F. Crown architecture in sun and shade environments: assessing function and trade-offs with a three-dimensional simulation model. *New Phytologist* 166: 791-800. 2005.
14. PERI., P. Efecto de la sombra sobre la producción y calidad de pasturas en sistemas silvopastoriles. *SAGPyA Forestal*, 13:35-42. 1999.
15. RAINFOREST ALLIANCE. Estándares para Agricultura Sostenible. Módulo de estándares adicionales para café. Certificación Rainforest Alliance, Versión 2004. Red de Agricultura Sostenible. 2004. 41 p
16. SMITHSONIAN MIGRATORY BIRD CENTER, NATIONAL ZOO. Normas para la Producción, el Procesamiento y la Comercialización de Café "Bird Friendly®". - Certificado Orgánico Bajo Sombra - Smithsonian Migratory Bird Center, National Zoo, Washington, DC. USA. 2004. 19 p.
17. VALLADARES., F.; ARANDA., I.; GÓMEZ S., D. La luz como factor ecológico y evolutivo para las plantas y su interacción con el agua. *In: Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*. Madrid, Centro de Ciencias Medioambientales. CSIC, 2005. p. 335 - 369.

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.

Cenicafé
Centro Nacional de Investigaciones de Café
"Pedro Uribe Mejía"

Chinchiná, Caldas, Colombia
Tel. (6) 8506550 Fax. (6) 8504723
A.A. 2427 Manizales
www.cenicafe.org
cenicafe@cafedecolombia.com

Edición: Sandra Milena Marín López
Fotografía: Gonzalo Hoyos Salazar
Diagramación: María del Rosario Rodríguez L.
Impresión: Feriva