



## FERTILIZACIÓN DE CAFETALES CON SOMBRÍO EN LA ZONA CAFETERA NORTE DE COLOMBIA

Fernando Farfán-Valencia\*, Alfonso Mestre-Mestre\*\*

La zona cafetera norte de Colombia ubicada entre los 8 y 11° de Latitud Norte, donde se localizan los departamentos cafeteros de Santander, Norte de Santander, Magdalena y Cesar, presenta períodos de déficit hídrico hasta de 271 mm, durante cinco meses (7, 9). Dadas estas condiciones, es común observar sistemas de cultivo de café con sombrío, que disminuyen los efectos que el déficit de agua causa sobre el cultivo como el marchitamiento, la baja tasa de crecimiento y la defoliación, entre otros (14).

El componente arbóreo reduce la temperatura ambiental y la del sue-

lo, reduciéndose simultáneamente la evaporación en la superficie e incrementando la humedad relativa del ambiente (5, 15, 17, 18). Bajo sombrío, la temperatura nocturna del cafetal es más alta y en el día es menor que en cafetales a libre exposición solar; por tanto, bajo sombrío se reducen las diferencias entre las dos temperaturas. Los sistemas agro-forestales proporcionan bajas intensidad lumínica y temperatura foliar, condiciones a las cuales se adapta el café para realizar fotosíntesis y crecer (16). En el establecimiento de sistemas agroforestales con café deben desarrollarse prácticas tendientes a mantener o incrementar la productividad y la calidad del



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

\*\* Investigador Científico III, hasta el año 2000, Fitotecnia, Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafe, Chinchiná, Caldas, Colombia.

producto, a través del estudio de las interacciones positivas entre el clima, la intensidad del sombrero, la variedad del café y los niveles de insumos (3, 4), especialmente fertilizantes.

Aunque en Colombia se han realizado estudios sobre la respuesta del café bajo sombrero a la fertilización (10, 11), no es amplia la información cuando interactúan simultáneamente el grado de cobertura arbórea y los diferentes niveles de fertilización. Con el propósito de estudiar estas interacciones y como no existe en la actualidad una forma confiable de hacer recomendaciones de fertilización en cafetales bajo diferentes grados de sombra, se planeó el presente estudio para evaluar el comportamiento productivo del café bajo cobertura de guamo, con la aplicación de cuatro niveles de fertilizante inorgánico en una localidad de la zona cafetera norte de Colombia.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización

El experimento se realizó en la Subestación Experimental Pueblo Bello, situada en el municipio de Pueblo Bello, departamento del Cesar a 10° 25' latitud norte, 73° 34' longitud oeste; una altitud de 1.134 m; temperatura media de 21,2 °C, precipitación anual de 2.050 mm y suelos derivados de diabasas (ecotopos 402A).

### Componentes del Sistema Agroforestal

Guamo santafereño (*Inga edulis*) como componente arbóreo y café variedad Colombia (*Coffea arabica* L).

### Tratamientos y diseño experimental

Los tratamientos estuvieron compuestos por la combinación de tres distancias de siembra del sombrero y cuatro niveles de fertilización del café (Tabla 1). Para la ejecución del experimento se procedió como si fueran tres ensayos diferentes (en adelante denominados Subsistemas), uno para cada distancia de siembra del guamo. En cada Subsistema se sortearon los niveles de fertilización, de acuerdo con el diseño en Cuadro Latino. Los niveles de fertilizante fueron la aplicación del 25, 50 y 75% del total recomendado en el análisis de suelos y un tratamiento sin fertilización.

### Establecimiento

Los guamos se establecieron en marzo de 1996 y en junio del mismo año se sembró el café a 1,5 x 1,5 m. Durante el primer año, todo el sistema tuvo sombrero transitorio de higuerillo (*Ricinus communis*) y para el segundo año, sombrero transitorio de guandul (*Cajanus cajan*).

### Fertilización

En julio de 1996, se aplicaron 30 g de urea/planta y un mes después

se aplicaron 15 g/planta de MgO (óxido de magnesio).

Para la fertilización del cafetal en producción, la recomendación según los resultados de los análisis de suelos fue la aplicación anual de 290 kg/ha de urea + 100 kg/ha de DAP + 200 kg/ha de KCl (cloruro de potasio), aplicando las cantidades proporcionales de fertilizante según lo planteado en los tratamientos.

La dosis recomendada se fraccionó en dos aplicaciones, una en el primer semestre del año y otra en el segundo. El fertilizante se aplicó en el "plato" del árbol de café.

## Variables evaluadas

### Interceptación de la Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA)

Durante los años 1998 al 2001, se evaluó la interceptación de RFA en cada unidad experimental, cuando los árboles de sombrero tenían 2, 3, 4 y 5 años, respectivamente. Se empleó una barra integradora de medición LI-191 SA, la cual se colocó por encima de la planta de café,

Tabla 1. Tratamientos empleados para evaluar la fertilización del café asociado con guamo.

| Dosis Fertilizante | N° | Subsistema 1 | N° | Subsistema 2 | N° | Subsistema 3 |
|--------------------|----|--------------|----|--------------|----|--------------|
| 0                  | 1  | 6,0 x 6,0    | 5  | 9,0 x 9,0    | 9  | 12,0 x 12,0  |
| 25%                | 2  | 6,0 x 6,0    | 6  | 9,0 x 9,0    | 10 | 12,0 x 12,0  |
| 50%                | 3  | 6,0 x 6,0    | 7  | 9,0 x 9,0    | 11 | 12,0 x 12,0  |
| 75%                | 4  | 6,0 x 6,0    | 8  | 9,0 x 9,0    | 12 | 12,0 x 12,0  |

y permitió registrar la fracción de la RFA incidente sobre esta planta. Para las mediciones de la RAF incidente sobre los guamos, se instaló un sensor LI-190 SA en un área descubierta adyacente a la parcela experimental y conectado a un registrador automático de datos LI-1000, para almacenar la información de la RFA incidente cada minuto. Las mediciones se realizaron entre las 11:00 y 13:00 horas, utilizando la metodología propuesta por Farfán, et al. (6).

### Nivel máximo de sombra

Con el fin de determinar si el porcentaje de sombra del guamo llegaba a ser igual en las tres distancias de siembra y definir el momento oportuno para la regulación de la sombra como medida para evitar la reducción de la productividad, se correlacionó la producción media anual del café en cada Subsistema con el número de guamos establecidos por hectárea. Muschler (12), sugiere que al ajustar ecuaciones

lineales simples entre producción y número de árboles puede establecerse el momento en que los árboles de sombra alcanzan su máxima cobertura.

### Producción

Para evaluar el efecto de los tratamientos sobre la producción de café, se cosechó mensualmente el café cereza por parcela. Los registros fueron transformados de kilogramos de café cereza a @ de café pergamino seco/ha; el factor de conversión aplicado fue de 5:1 (5,0 kg de café cereza para obtener 1,0 kg de café pergamino seco, con 11,5% de humedad). Igualmente se realizó un análisis de la distribución anual de la cosecha del café para cada distancia de siembra del guamo.

### Análisis de la información

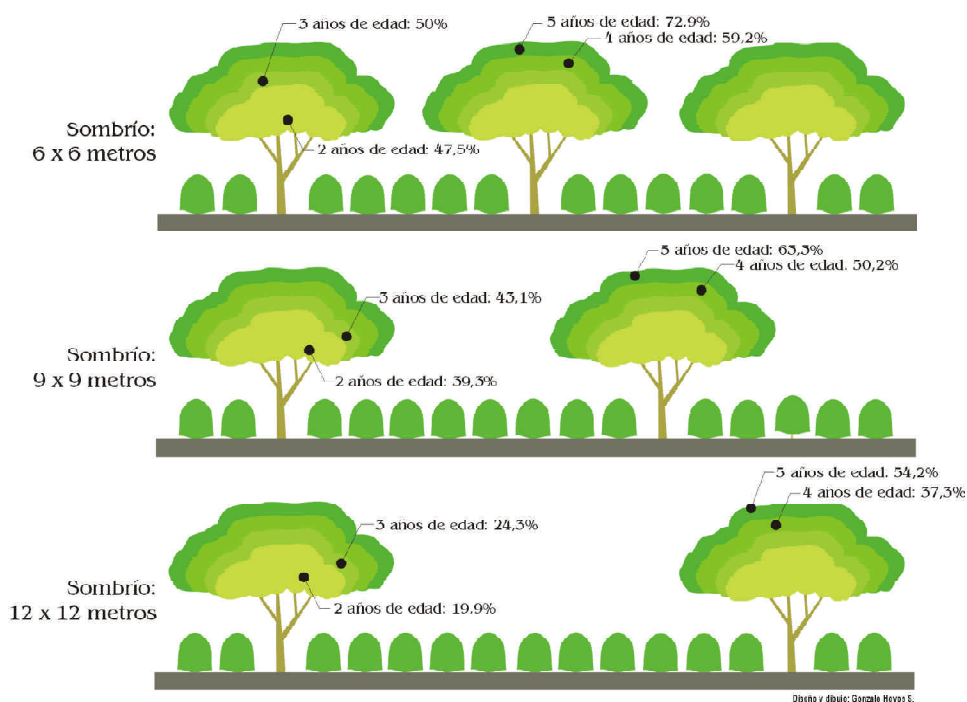
Con la variable producción se realizó el análisis de varianza para cada Subsistema y cada año de producción, bajo el modelo utilizado en el

diseño experimental. Se realizaron pruebas de Duncan para la comparación de medias entre tratamientos, pruebas de Tukey al 5% para la comparación de las medias generales entre los Subsistemas y regresiones lineales simples para la determinación del máximo grado de sombrío.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Interceptación de la Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA)

Los registros de interceptación de la RFA indican que el nivel de sombra se incrementa al aumentar la edad del componente arbóreo. El porcentaje de sombrío medio en que se desarrolló el cultivo del café fue del 58% con 278 árboles de guamo/ha, del 50% con 123 árboles/ha y del 34% con 70 árboles/ha (Figura 1).



**Figura 1.** Interceptación de RFA, en tres densidades de siembra del sombrío de guamo en la Subestación Experimental de Cenicafe, Pueblo Bello. Años 1998 al 2001. Los distintos tonos de verde representan el crecimiento anual del dosel de los árboles de sombrío.

El coeficiente de correlación entre el porcentaje de sombrío del guamo y la producción media general registrada dentro de cada Subsistema (82,1; 116,4 y 129,4 @ de café pergamino seco/ha, con 278, 123 y 70 árboles de guamo/ha, respectivamente), fue de -0,88, lo que indica una relación lineal inversa entre estas dos variables; es decir, si el grado de sombrío aumenta, disminuye la producción. Beer et al. (5), afirman que existe un efecto negativo directo entre el incremento en la densidad de siembra de los árboles de sombra y la producción de café y Vaz (19), in-

dica que la incidencia de la luz en la producción de café es sustancial y la sombra debe mantenerse en límites razonables, no mayores al 50%.

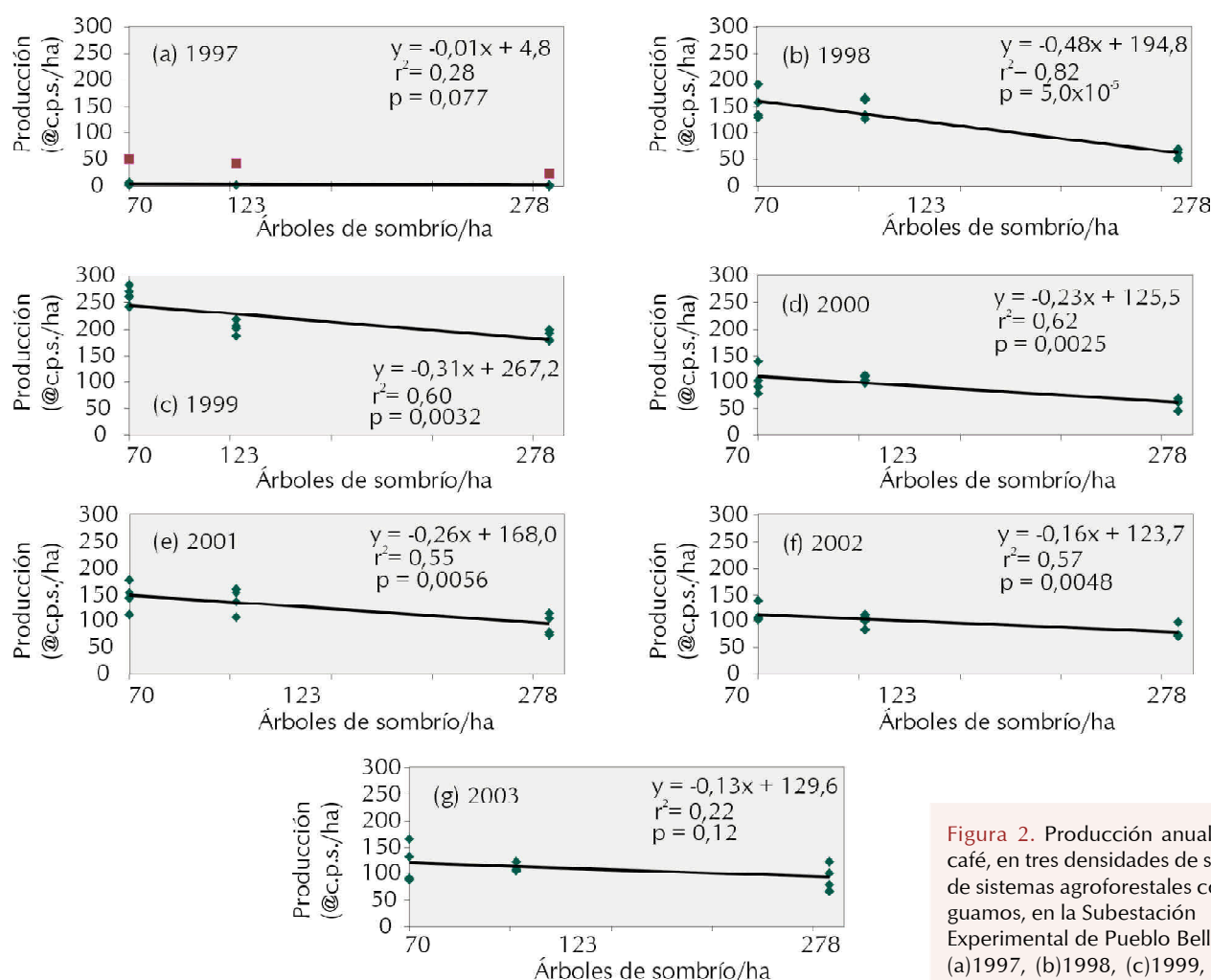
### Nivel máximo de sombra

El análisis mediante el ajuste de ecuaciones lineales simples mostró una reducción de la producción de café cercana al 57,0% en el Subsistema 3 (70 árboles de guamo/ha) en el año 2000 (Figura 2d), con una tendencia a mantener esta producción hacia el año 2001, a pesar de presentar significancia

estadística ( $p < 0,05$ ) al comparar la producción media bajo las tres densidades de siembra del sombrío. Por tanto, se puede inferir de acuerdo a las condiciones climáticas de esta localidad, que a inicios del cuarto año de establecidos los guamos debe regularse el sombrío para evitar reducciones en la productividad del café (Figura 2).

### Efecto de la fertilización sobre la producción de café

Los resultados de producción de café entre los años 1997 y 2003, se presentan en la Tabla 2.



**Figura 2.** Producción anual de café, en tres densidades de siembra de sistemas agroforestales con guamos, en la Subestación Experimental de Pueblo Bello. (a)1997, (b)1998, (c)1999, (d)2000, (e)2001, (f)2002, (g)2003.

**Tabla 2.** Producción de café pergamino seco (@/ha/año) entre 1997 y 2003, con diferentes niveles de fertilización y de sombrío de guamo, en la Subestación Experimental Pueblo Bello (Pueblo Bello, Cesar).

| FERTILIZACIÓN                                                | 1997  | 1998     | 1999    | 2000     | 2001      | 2002     | 2003      | MEDIA*  |
|--------------------------------------------------------------|-------|----------|---------|----------|-----------|----------|-----------|---------|
| Subsistema 1: Distancia de siembra del sombrío 6,0 x 6,0 m   |       |          |         |          |           |          |           |         |
| 0                                                            | 2,6   | 63,0     | 199,6   | 45,9     | 116,3     | 72,0     | 121,3     | 88,7 a  |
| 25%                                                          | 3,4   | 49,8     | 178,1   | 69,6     | 73,9      | 71,6     | 68,0      | 73,5 a  |
| 50%                                                          | 1,9   | 53,4     | 192,4   | 65,1     | 78,8      | 74,2     | 78,5      | 77,7 a  |
| 75%                                                          | 0,6   | 69,7     | 179,5   | 61,9     | 106,6     | 98,6     | 101,5     | 88,3 a  |
| Media                                                        | 2,1 d | 59,0 c   | 187,4 a | 60,6 c   | 93,9 b    | 79,1 bc  | 92,3 b    | 82,1 C  |
| C. V. (%)                                                    | 106,3 | 46,5     | 81,9    | 50,9     | 35,7      | 38,3     | 40,0      | 96,1    |
| Subsistema 2: Distancia de siembra del sombrío 9,0 x 9,0 m   |       |          |         |          |           |          |           |         |
| 0                                                            | 2,2   | 163,2    | 201,2   | 109,5    | 137,8     | 108,8    | 122,7     | 120,8 a |
| 25%                                                          | 2,6   | 134,4    | 218,7   | 98,2     | 160,4     | 84,9     | 107,5     | 115,3 a |
| 50%                                                          | 2,3   | 126,0    | 186,3   | 103,9    | 106,8     | 100,7    | 105,3     | 104,5 a |
| 75%                                                          | 3,2   | 165,1    | 205,8   | 113,3    | 153,0     | 113,9    | 121,8     | 125,2 a |
| Media                                                        | 2,6 e | 147,2 ab | 203,0 a | 106,2 cd | 139,5 bcd | 102,1 d  | 114,3 bcd | 116,4 B |
| C. V. (%)                                                    | 49,7  | 38,4     | 90,5    | 24,7     | 27,9      | 23,9     | 34,7      | 86,8    |
| Subsistema 3: Distancia de siembra del sombrío 12,0 x 12,0 m |       |          |         |          |           |          |           |         |
| 0                                                            | 3,2   | 157,4    | 262,3   | 79,5     | 112,2     | 102,1    | 89,3      | 115,2 b |
| 25%                                                          | 3,1   | 134,2    | 271,3   | 103,8    | 154,0     | 108,4    | 131,7     | 129,5 b |
| 50%                                                          | 4,7   | 128,7    | 242,9   | 90,5     | 143,7     | 105,2    | 92,3      | 115,4 b |
| 75%                                                          | 7,9   | 191,4    | 282,7   | 139,8    | 176,8     | 138,8    | 164,5     | 157,4 a |
| Media                                                        | 4,7 e | 152,9 bc | 264,8 a | 103,4 d  | 146,7 c   | 113,6 cd | 119,5 cd  | 129,4 A |
| C. V. (%)                                                    | 47,8  | 20,1     | 12,7    | 35,4     | 23,1      | 25,5     | 37,2      | 14,1    |

\*Medias con letra diferente indican diferencia estadística según prueba Duncan al 5%.

C.V: Coeficiente de variación

### Subsistema 1: Sombrío a 6,0 x 6,0 m.

Los análisis de varianza realizados a las producciones registradas cada año y a la producción media obtenida durante siete cosechas (88,7; 73,5; 77,7 y 88,3 @ de café pergamino seco/ha), no mostraron diferencias estadísticas entre los tratamientos. Al realizar otro tipo de análisis, consistente en asumir para el número de repeticiones empleado (cuatro) una diferencia mínima aceptable del 20% con respecto al promedio general en cada año evaluado (2,1; 59,0; 187,4; 60,6; 93,9; 79,1 y 92,3 @ de café pergamino seco/ha), se obtuvo que en el año 2000 hubo respuesta en la producción

del café a la aplicación de los tres niveles de fertilizante estudiados (25, 50 y 75%) y en el año 2002 se presentó esta respuesta con la aplicación del 75% del fertilizante, al ser comparados con el testigo (0 fertilización).

Los resultados del análisis estadístico (Tukey 5%) de la producción media por años en este Subsistema se presentan en la Tabla 2 (medias identificadas con letras minúsculas horizontales). Entre 1998 y 1999 hubo un incremento del 217,8% en la producción de café; de 1999 al 2000 la producción media se redujo en 67,6%. El comportamiento de la producción hasta el año 1999 fue

la respuesta del café a la buena disponibilidad de agua entre 1998 y 1999 (Evento Frío del Pacífico o Fenómeno de La Niña)

Para el año 2001 nuevamente se incrementó la producción en un 54,9% en comparación con la registrada en el año 2000. Entre el 2001 y el 2002 se redujo la producción en un 15,7% y se incrementó en 16,7% entre el 2002 y el 2003. Es notable un aumento en producción seguido de un descenso en la misma año tras año o la presencia de un ciclo alternante de producciones altas y bajas en años sucesivos, conocido como variación bienal (13). El ciclo bienal de producción

en café ocurre, en gran parte, debido a la baja disponibilidad de carbohidratos durante la diferenciación y formación de yemas florales, formación de hojas nuevas y de ramas con nudos productivos; casos donde la bienalidad es alta no siempre corresponden a diferencias grandes en producción entre cosechas altas y bajas (13). La variación en la producción depende en gran proporción (70 - 80%) de las tecnologías empleadas (variedades mejoradas, fertilización, controles fitosanitarios). Además, las condiciones climáticas pueden influir entre el 12 y el 18% sobre esta variabilidad (13).

#### Subsistema 2: Sombrío a 9,0 x 9,0 m

El análisis de varianza no evidenció efecto de los tratamientos de fertilización sobre la respuesta en producción del café al analizar la producción por año y la media obtenida en todo el ciclo ( $p > 0,05$ ). De acuerdo al número de repeticiones empleado (cuatro) y asumiendo como diferencia mínima aceptable el 20% con respecto al promedio general en cada año evaluado (2,6; 147,2; 203,0; 106,2; 139,5; 102,1 y 114,3 @ de café pergamino seco/ha), se confirma que no hubo efecto de la dosis de fertilizante sobre la producción del café bajo este grado de cobertura de guamo. Los resultados sugieren que cafetales establecidos con 123 árboles de guamo/ha, no responden a aplicaciones de fertilizante. Resultados similares fueron obtenidos por Mestre (11), quien estudió el efecto de 4 niveles de fertilizante químico sobre la producción de café bajo sombrío de guamo, y concluyó que no hay evidencia estadística que los tratamientos tuvieran influencia sobre la producción.

El resultado de la prueba de comparación entre las producciones medias registradas por año se presenta en la Tabla 2 (medias identificadas con letras minúsculas horizontales). Con el guamo establecido a 9,0 x 9,0 m, el Subsistema presentó un comportamiento variable de la producción media, con aumentos y disminuciones entre años, similar al encontrado en el Subsistema 1. La diferencia en producción entre 1998 y 1999 fue del 39,6%; entre 1999 y el 2000 la producción media se redujo en 47,7% y se incrementó nuevamente en un 31,3% en el año 2000 al 2001. Entre el 2001 y el 2002 hubo una reducción de la producción de 22,5% y aumentó nuevamente en un 5,1% en el período 2002 al 2003.

#### Subsistema 3: Sombrío a 12,0 x 12,0 m

Los resultados del análisis de varianza realizado a las producciones registradas en cada año no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos. No obstante, asumiendo como diferencia mínima aceptable el 20%, con respecto al promedio general en cada año evaluado (4,7; 152,9; 264,8; 103,4; 146,7; 113,6 y 119,5 @ de café pergamino seco/ha) y para el número de repeticiones empleado (cuatro), se obtuvo que en los años 1997 al 2003 hubo respuesta en la producción del café a la aplicación del 75% de fertilizante. En los años 2001 y 2003 el café también respondió a la aplicación del 25% de la dosis de fertilizante.

La prueba de comparación Duncan (al 5%) de la producción media obtenida en cada tratamiento de fertilización durante las 7 cosechas (115,2; 129,5; 115,4 y 157,4 @ de café per-

gamino seco/ha), no mostró diferencia estadística entre los tratamientos en que se aplicaron 0, 25 y 50% del fertilizante recomendado por el análisis de suelos, éstos se diferenciaron estadísticamente del tratamiento con aplicación del 75% del fertilizante, lo que indica que en esta localidad con 70 plantas de guamo/ha como sombrío, café plantado a 1,5 x 1,5m y aplicando el 75% del fertilizante recomendado en el análisis de suelos, se obtienen incrementos del 20% en la producción comparado con la producción media obtenida al aplicar 0, 25 y 50% del fertilizante.

El comportamiento de la producción media del Subsistema agroforestal con guamo establecido a 12,0 x 12,0 m fue similar al de los dos Subsistemas anteriores, por lo que se aplican los criterios discutidos en el Subsistema 1 (Tabla 2). La producción entre 1998 y 1999 se incrementó 73,1% y se redujo en 61,0% hacia el año 2000. Entre el 2000 y el 2001 la producción aumentó en 41,8%; entre el 2001 y el 2002 se redujo en 22,5% y aumentó nuevamente en tan solo un 5,1% en el período 2002 al 2003.

#### Comparación de los tres Subsistemas

La prueba de comparación Tukey (5%) de la media general obtenida en los Subsistemas 1, 2 y 3 (82,1; 116,4 y 129,4 @ de café pergamino seco/ha, respectivamente), mostró diferencias significativas entre estos tres valores (medias identificadas con letras mayúsculas en la Tabla 2). La mayor producción se obtuvo con el sombrío establecido con 70 guamos/ha, esta producción fue 11,1% más alta que la obtenida con sombrío plantado con 123 árboles/ha y 57,7% superior a la producción

registrada con sombrío de 278 árboles/ha. La diferencia en producción con guamo a 9,0 x 9,0 m versus 6,0 x 6,0 m fue del 41,9% a favor del primero.

### Distribución anual de la cosecha

La distribución anual de la cosecha en los tres Subsistemas estudiados en el ciclo 1997 a 2003, se presenta en la Figura 3. En el Subsistema 1 (guamo a 6,0 x 6,0 m) el 95% de la cosecha se concentró en el segundo semestre del año. En los subsistemas 2 y 3 (sombrío a 9,0 x 9,0 m y a 12,0 x 12,0 m), se concentra el 93 y el 92% de la cosecha respectivamente, en este mismo período, y es en los meses de octubre a noviembre donde se distribuye la mayor parte de la cosecha. Por encima de los 9° de Latitud Norte, los cafetales tienden a florecer en los meses de marzo y abril; ubicándose en este patrón principalmente la caficultura de los departamentos de Cesar, Magdalena y Guajira (1, 8). Estas floraciones son responsables de por lo menos el 90% de la cosecha que se recolecta entre noviembre y enero. Los rangos de distribu-

ción de la cosecha de café en la zona norte de Colombia, se ubican entre el 88 y el 97% en el segundo semestre del año y entre el 12 y 3% en el primer semestre (2). La distribución media anual de la cosecha en los tres Subsistemas evaluados fue del 93% en el segundo semestre y del 7% en el primero.

## CONSIDERACIONES GENERALES

■ Los resultados aquí obtenidos pueden ser atribuibles a las características intrínsecas del sitio experimental (suelo, temperatura y precipitación, entre otros) y a las características propias de los Subsistemas evaluados como son: densidad de siembra de los árboles de sombrío, desarrollo de los árboles de sombra y homogeneidad de la cobertura, entre otros, y se sugiere ser tenidos en cuenta solamente para esta localidad.

■ En la zona norte del país, con distancias de siembra del café a 1,5

x 1,5 m y con sombrío de guamo a 6,0 x 6,0 m (278 plantas/ha) y a 9,0 x 9,0 m (123 plantas/ha), no se espera respuesta del café a las aplicaciones de dosis bajas o altas de fertilizante inorgánico. En cultivos de café en arreglos espaciales al cuadro a 1,5 x 1,5 m establecidos con guamo a 12,0 x 12,0 m (70 plantas/ha), la mejor respuesta a aplicaciones de fertilizante se obtuvo cuando éstas habían recibido el 75% de la dosis según análisis de suelo.

■ La máxima producción de café, 129,4 @ de café pergamino seco/ha/año, se obtuvo cuando el nivel de sombra fue del 34% (sombrío de guamo a 12,0 x 12,0 m).

■ Pasar de una distancia de siembra del sombrío de 6,0 x 6,0 m a una de 9,0 x 9,0 m significa aumentar la producción de café en un 41,9%, y al ampliarla a una distancia de 12,0 x 12,0 m se aumenta la producción en 57,7%. Pasar de una distancia de 9,0 x 9,0 m a una de 12,0 x 12,0 m significa aumentar la producción de café en un 11,1%

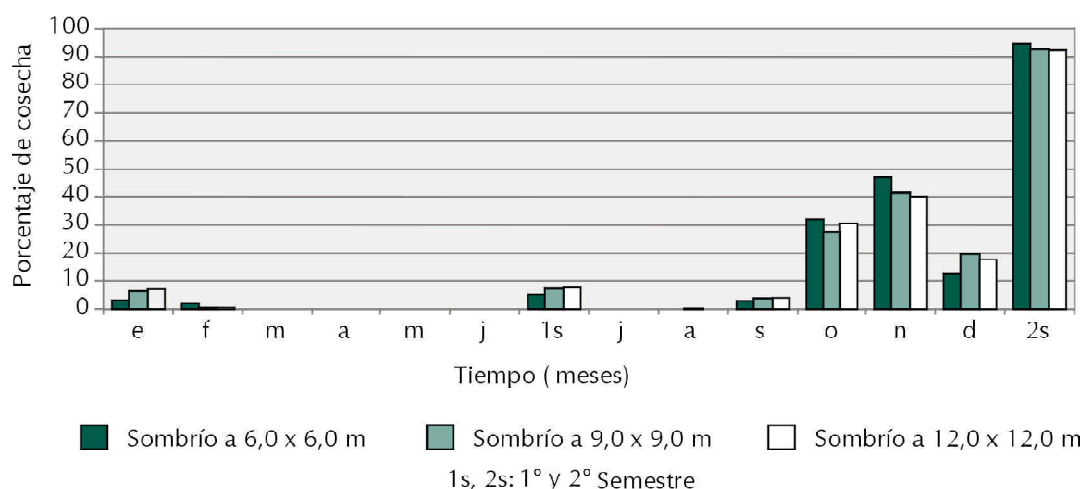


Figura 3. Distribución anual de la cosecha, bajo tres densidades de sombrío de guamo, en la Subestación Experimental Pueblo Bello (Pueblo Bello, Cesar).

■ Hubo una relación lineal negativa entre la distancia de siembra del sombrío y la producción del café, es decir, si se disminuye el nivel de sombra aumenta la producción de café.

■ Para las condiciones en que se distribuye la cosecha del café, se sugiere regular el sombrío a inicios del cuarto año de establecido el componente arbóreo mediante podas que permitan menor interceptación de la radiación y por tanto, mantener la producción.

## LITERATURA CITADA

1. ARCILA P., J.; JARAMILLO R., Á. Relación entre la humedad del suelo, la floración y el desarrollo del fruto del cafeto. *Avances Técnicos Cenicafé* No. 311:1-8. 2003.
2. BEDOYA V., J.E.; ESCOBAR U., D.; TÉLLEZ M., C.A. El patrón de cosecha en la caficultura colombiana. *Economía Cafetera* 26(6):1-8.1997.
3. BEER, J.W. Advantages, disadvantages and desirable characteristics of shade trees for coffee, cacao and tea. *Agroforestry Systems* 5 (1): 3-13. 1987.
4. BEER, J.W.; MUSCHLER, R.G.; KASS, D.; SOMARRIBA, E. Shade management in coffee and cacao plantations. *Agroforestry Systems* 38: 139-164. 1998.
5. COSTE, R. El café. Barcelona, Editorial Blume, 1975. 240 p. (Colección Agricultura Tropical)
6. FARFÁN V., F.; ARIAS H., J.J.; RIAÑO H., N.M. Desarrollo de una metodología para medir sombrío en sistemas agroforestales con café. *Cenicafé* 54 (1): 24-34. 2003.
7. GÓMEZ G., L.; JARAMILLO R., A. El clima de la zona cafetera colombiana y su relación con el cultivo del café. In: CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ- CENICAFÉ. CHINCHINÁ. COLOMBIA. 50 Años de Cenicafé 1938-1988. Conferencias conmemorativas. Chinchiná, Cenicafé, 1990. p. 23-32.
8. JARAMILLO R., Á. Climatología de región andina de Colombia: microclima y fenología del cultivo del café. Chinchiná, Cenicafé, 2000. 172 p.
9. JARAMILLO R., Á. Balance hídrico de la zona cafetera colombiana. *Cenicafé* 33 (1): 15-34. 1982.
10. MACHADO S., A. Rentabilidad del tratamiento de fertilizantes en un experimento con cafetos. *Cenicafé* 6 (1-4): 42-54. 1965.
11. MESTRE M., A. Respuesta del café bajo sombra a la fertilización. *Avances Técnicos Cenicafé* No. 231:1-4. 1996.
12. MUSCHLER R., G. Árboles en cafetales. Turrialba, CATIE, 2000. 45 p. (Módulo de Enseñanza Agroforestal N° 5).
13. OROZCO G., L. Variación bienal en el cultivo de café. Chinchiná, Cenicafé, 1993. 1 p. (Seminario, Julio 9 de 1993).
14. OROZCO C., F.J.; JARAMILLO R., A. Comportamiento de introducciones de *Coffea* sometidas a condiciones de déficit de humedad en el suelo. *Cenicafé* 29 (3): 61-93. 1978.
15. RAMÍREZ M., L.G. Producción de café bajo diferentes niveles de fertilización con y sin sombra de Poró. In: SIMPOSIO sobre Caficultura Latinoamericana, 16. Managua, Octubre 25-29, 1993. Ponencias. Tegucigalpa, CONCAFE-IICA, 1995. V. 2. p. v.
16. RENA, A. B.; MAESTRI, M.: Ecología del cafeto. Ecología da producao agrícola. Piracicaba, Associacao Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. p. 120-145.
17. SÁNCHEZ O., J. F. Análisis de la estabilidad y dinámica de sistemas de producción de cultivos en callejones. Turrialba, CATIE, 1989. 174 p. (Tesis: Magister Science).
18. SUÁREZ DE C., F.; MONTENEGRO, L.; AVILES, P. C.; MORENO, M.; BOLAÑOS, M. Efectos del sombrío en los primeros años de vida de una cafetal. *Café de El Salvador* No.31: 354-355; 317-350. 1961.
19. VAZ, J.T. Sombreamento e fertilizacáo do cafezal. *Gazeta Agrícola de Angola* 12 (2): 100-103. 1967.

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](http://www.cenicafe.org)  
[cenicafe@cafedecolombia.com](mailto:cenicafe@cafedecolombia.com)

Edición: Héctor Fabio Ospina Ospina  
Fotografía: Gonzalo Hoyos Salazar  
Diagramación: Olga Lucía Henao Lema