

# PRODUCCIÓN DE LA VARIEDAD TABI CON TRES FRECUENCIAS DE PODA DE *Erythrina fusca* COMO SOMBRÍO Y TRES NIVELES DE FERTILIZACIÓN

Juan Carlos García-López\*

---

## RESUMEN

**GARCÍA L., J. C. Producción de la variedad Tabi con tres frecuencias de poda de *Erythrina fusca* como sombrío y tres niveles de fertilización. Cenicafé 59(4):361-373.2008**

Para evaluar el efecto de la frecuencia de la poda del sombrío de *Erythrina fusca* sobre la producción de café variedad Tabi con diferentes niveles de fertilización, se desarrolló un experimento en la Sierra Nevada de Santa Marta, en Pueblo Bello, Cesar. Se evaluaron nueve tratamientos resultado de la combinación de tres frecuencias de la poda anual de *Erythrina* sp. (cuatro, dos y una) y tres niveles de fertilización del café (0, 50, 100% de la recomendación del análisis de suelos), en un diseño de parcelas divididas. El análisis de covarianza con la variable producción acumulada no mostró efectos de la interacción (poda\*fertilización), ni de la frecuencia de la poda, pero sí de la fertilización con el 100% del fertilizante. No hubo efecto de los tratamientos sobre la relación café cereza a pergamino seco. La cantidad de biomasa total acumulada de *Erythrina* sp. tuvo una respuesta lineal a la poda y los máximos aportes en la frecuencia de una poda al año con valores de 3,5 t.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> de materia seca. La respuesta a la fertilización fue de tipo lineal para Mg, Al y pH, y cuadrática para Ca.

**Palabras clave:** Café, *Coffea arabica*, *Erythrina* sp., regulación del sombrío, productividad, biomasa.

---

## ABSTRACT

In order to evaluate the effect of the *Erythrina fusca* shading pruning frequency on the production of coffee variety Tabi with different fertilization levels, an experiment in the Sierra Nevada de Santa Marta in Pueblo Bello –Cesar- was carried out. Nine treatments resulting from the combination of three frequencies of the annual pruning of *Erythrina* sp. (four, two and one) and three coffee fertilization levels (0, 50, 100% of the soils analysis recommendation) were evaluated in a design of divided cropping plots. The covariance analysis with the variable accumulated production did not show effects neither of the interaction (pruning\*fertilization) nor of the pruning frequency, but it did show effects of fertilization with 100% of the fertilizer. There was not any effect of the treatments on the relation coffee berry to dry parchment coffee. The amount of total accumulated *Erythrina* sp. biomass had a lineal response to the pruning and highest yields in the frequency of a pruning per year with values of 3.5 t.ha<sup>-1</sup>.year<sup>-1</sup> of dry matter. The response to fertilization was of the lineal kind for Mg, Al and pH, and quadratic for Ca.

**Keywords:** Coffee, *Coffea arabica*, *Erythrina* sp., shade regulation, productivity, biomass.

---

\* Investigador Científico I. Programa Experimentación. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.

Los sistemas agroforestales de café con árboles de sombrío, el cual se regula mediante podas periódicas, proporcionan al cultivo del café una serie de beneficios entre los que se destaca la producción de hojarasca, que contribuye a conservar la humedad y la fertilidad del suelo, además de proporcionar nutrimentos necesarios para el cafetal.

Heno (8), sostiene que el establecimiento de cafetales a plena exposición solar origina una mayor actividad fisiológica en la planta y estimula a la sobreproducción en éstas, lo cual se traduce en desequilibrios fisiológicos y debilitamientos parciales de las plantas cuando existen limitaciones climáticas o edáficas, por lo tanto, el establecer árboles de sombrío proporciona un equilibrio entre la producción y el vigor de los árboles.

En estudios realizados por Franco (6), en Brasil y América Central, se encontraron respuestas negativas al asocio de árboles de sombra con los cafetales en el primero, contrario a lo que ocurre en América Central, en donde los cafetales con sombrío tienen una respuesta positiva. Uno de los factores que según él puede explicar esta diferencia, es la radiación solar, pues entre ambas regiones es diferente el nivel de la nubosidad, principalmente en los meses de sequía (6). Así, en América Central en cultivos de café bajo sombra después de cuatro meses de sequía se encontró la humedad del suelo por encima del punto de marchitamiento. Lo anterior explica por qué los cafetales crecen mejor con sombra en regiones con déficit hídrico.

En cuanto a la disponibilidad de nutrimentos para los cafetos, Aranguren *et al.* (2) encontraron que la hojarasca proporcionada en su mayoría por los árboles de sombrío es una fuente de nitrógeno para las raíces del cafeto sobre todo en los primeros 30 cm del suelo; de esta manera, el sistema puede compensar

la salida de nitrógeno en la cosecha con el aporte de la hojarasca de los árboles de sombra.

Vasudeva (14), basado en los estudios desarrollados por el Laboratorio del Departamento de Agricultura de Peradeniya, Srylanka, y el Central Coffee Research Institute, relacionados con la especie *Erythrina lithosperma*, afirma que su utilización como sombra en los cafetales, favorece la retención de hojas del cafeto y evita el amarillamiento y la defoliación durante el período seco, además, las ramas y hojas de *E. lithosperma* son ricas en nutrimentos, particularmente nitrógeno, fósforo, potasio y calcio.

Alpizar *et al.* (1), Heuveldop *et al.* (9) y Fassbender *et al.* (5), en las evaluaciones de los sistemas de café con nogal (*Cordia alliodora*) y con poró (*Erythrina poeppigiana*), encontraron que el crecimiento del café se favorece en la asociación con poró, debido a los aportes de hojarasca proporcionada por las podas y, posiblemente, a la dificultad de manejo de la sombra de nogal debido a que es una planta que no se poda. También observaron que parte del sistema radical del poró muere después las podas, con lo cual se logra de manera indirecta un control en la producción de biomasa de raíces finas, superior a la observada con el nogal.

En cuanto a la producción de café, ésta fue menor con el sombrío de nogal; entre 1979 y 1984, se observó que el primer sistema produjo el equivalente a 9.436 kg.ha<sup>-1</sup> de café pergamino seco (cps), mientras que la producción con poró fue de 12.897 kg.ha<sup>-1</sup> de cps. Para estos dos sistemas agroforestales, los valores anuales de residuos vegetales fueron de 7.420 y 8.847 kg.ha<sup>-1</sup> de materia seca, para café con nogal y café con poró, respectivamente; así mismo, las cantidades de los elementos nutritivos aportados en el sistema café-poró fueron más altas que

para el sistema café-nogal, especialmente en nitrógeno. En términos de la descomposición de los residuos, ésta ocurre rápidamente en el sistema café-poró, y después de un año quedan entre el 15 y el 25% de las muestras inalteradas.

La asociación café-poró se caracterizó por una elevada dinámica de los elementos, proporcionando N y activando la absorción y recirculación de P, K, Ca y Mg, con base en una alta extracción de los elementos del suelo. No obstante, consideran el establecimiento del sistema café-nogal como protector, debido al efecto que el sombrío tiene sobre los elementos nutritivos del suelo. En conclusión, ambos sistemas son alternativos, encontrándose que en el sistema café-poró se obtiene la mayor producción de café, además del sombrío que brinda el poró, los residuos que aporta como material de cobertura y que fija nitrógeno. Mientras que en el sistema café-nogal la ventaja económica está dada por la madera, la cual representa la mayor parte de la biomasa del sistema (57%) (1, 5, 9).

Para el caso de los árboles de sombra como fijadores de nitrógeno y como aportantes de material orgánico y de nutrientes, Beer (3), afirma que la fijación de nitrógeno por árboles como la *Erythrina* sp., no excede los 60 kg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>, no obstante, sí aportan de 5.000 a 10.000 kg de material orgánico y cuando se podan dos o tres veces/año pueden devolver la misma cantidad de nutrientes que fueron aplicados a las plantaciones de café. Anualmente, la ganancia en esta hojarasca puede representar entre el 90 y 100% de los nutrientes almacenados en la biomasa del suelo. Así mismo, la mayor ventaja que podría proporcionar la *Erythrina* sp. es la cantidad de “mulch”, principalmente de residuos de las podas, los

cuales recirculan nutrientes y mantienen la fertilidad, importante especialmente en suelos con bajo contenido de materia orgánica.

Como ventajas adicionales del sistema de café con sombrío se encuentran: la posibilidad de un mayor anclaje vertical y lateral del café, amarrando los suelos para evitar su desplazamiento ladera abajo (7); además, la hojarasca protege al suelo de los impactos de las gotas de lluvia y favorece la entrada de agua al suelo, disminuyendo la escorrentía (12).

En Colombia, la caficultura del Norte, que incluye a los departamentos de Norte de Santander, Cesar, La Guajira y Magdalena, se desarrolla en su mayor parte bajo sombrío de guamo (*Inga* sp.), principalmente, por la estacionalidad del tiempo seco, entre diciembre y abril. Jaramillo (10), calculó el balance hídrico para la Subestación Experimental de Cenicafé Pueblo Bello, localizada en Cesar, y encontró un déficit hídrico anual de 271 mm, con valores extremos mensuales de 78 y 86 mm en febrero y marzo, respectivamente. Esta situación, sumada al uso frecuente de variedades de porte alto susceptibles a la roya del cafeto, en densidades amplias y sin fertilización, definen potenciales de producción bajos que en muchos casos no superan las 40 arrobas por hectárea de café pergamino seco.

Por lo tanto, un cambio en la especie de sombrío y en el manejo del mismo, tendiente a establecer un balance, el cual permita una mayor entrada de luz y el aporte de biomasa, que además de conservar la humedad del suelo, favorecería el incremento de la productividad del café y regularía el ambiente del cultivo reduciendo además la erosión.

---

<sup>1</sup> 1 arroba (@) = 12,5 kg

Esta investigación tuvo como propósito determinar el efecto del mulch producto de la poda del sombrío y la cantidad de fertilizante aplicado al cafeto, sobre la producción de café en condiciones de la zona cafetera Norte de Colombia.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Localización.** El experimento se realizó entre junio de 1997 y diciembre de 2002 en la Subestación Experimental Pueblo Bello, localizada en el municipio de Pueblo Bello (Cesar), a 10° 25' de latitud Norte y 73° 34' longitud Oeste, a 1.250 m de altitud. Durante el período de investigación, los promedios anuales de las variables del clima fueron 2.040 mm de lluvia, 21°C de temperatura y 2.330 horas de luminosidad.

El lote utilizado tenía valores de la pendiente entre el 30 y 60%, con pedregosidad superficial del 40% y suelos arcillosos, ubicado en la clasificación de los ecotopos en el 402A, dentro de la unidad cartográfica Asociación el Palmor, grupo taxonómico Distropepts y arcillas como material parental.

**Material vegetal.** Se utilizó la variedad Tabi (*Coffea arabica*), desarrollada en Cenicafé, material genético de porte alto y resistente a la roya. El lote se sembró en junio de 1997, con distancias entre plantas y entre surcos de 1,5 x 2,5 m. Simultáneamente, se establecieron árboles de sombrío de la especie *Erythrina fusca*, a 3,0 x 5,0 m. El cafetal se manejó según las recomendaciones técnicas de Cenicafé.

El café se fertilizó con base en el análisis de suelo, considerándose durante los dos primeros años una fertilización igual para todos los árboles de café, equivalente a 243 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 48 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 147 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O y 125 kg.ha<sup>-1</sup> de MgO; en

producción se realizaron dos aplicaciones al año de acuerdo con los tratamientos. Cuando las plantas alcanzaron 2,0 m de altura, se descoparon hasta 1,8 m para facilitar la recolección.

Para garantizar el establecimiento del café y permitir el desarrollo del sombrío, en las calles se sembró transitoriamente como barrera viva guandul (*Cajanus cajan*), la cual se manejó con podas trimestrales hasta los dos años, momento en el cual se eliminó. La *Erythrina* sp. no se fertilizó y los tratamientos de poda se iniciaron dos años después de la siembra en el campo. En el primer año se consideró una poda de formación para garantizar un solo tallo y la formación de la copa a una altura mayor de 2,0 m.

**Tratamientos.** Estuvieron compuestos por la combinación de tres frecuencias de poda de la *Erythrina* sp. (Factor A) y tres niveles de fertilización del café (Factor B).

En las podas del sombrío se eliminaron todas las ramas y las hojas por encima de 2,5 m de altura, y las épocas de poda estuvieron relacionadas con la fenología del cafeto, así:

- Una poda anual: antes de la floración de café (enero-febrero)
- Dos podas anuales: antes de la floración y durante el llenado del fruto (julio-agosto).
- Cuatro podas al año: en febrero y julio, en el inicio del llenado del fruto (abril-mayo) y al finalizar la cosecha (diciembre).

Los tratamientos de fertilización consistieron en la aplicación de niveles porcentuales, según el análisis de suelo: en el nivel del

100% se fertilizó el cafetal con 270 kg.ha<sup>-1</sup>. año<sup>-1</sup> de N, 66 kg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 200 kg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O y 15 kg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> de MgO; el nivel 50% correspondió al 50% del fertilizante aplicado en el nivel 100 y en el nivel 0 no se fertilizaron las plantas de café. En la Tabla 1, se presentan los tratamientos obtenidos de las interacciones entre las tres frecuencias de poda de *Erythrina* sp. y los tres niveles de fertilización del café.

**Diseño experimental.** El efecto de los tratamientos se evaluó de acuerdo con el modelo de parcelas divididas, en la variable de respuesta producción anual y acumulada. El factor de bloqueamiento lo constituyó el gradiente de la pendiente.

Se consideró como parcela principal la frecuencia de poda del sombrío de *E. fusca* y como subparcela, los niveles de

fertilización del café. El experimento tuvo cuatro repeticiones.

**Unidad experimental.** El tamaño de la unidad experimental fue de 240 m<sup>2</sup> y estuvo constituida por 64 plantas de café y 16 árboles de *Erythrina* sp. Por unidad experimental se tomaron 16 plantas efectivas de café.

**Variabes.** La variable de respuesta, producción de café, se cuantificó por parcelas efectivas durante cuatro cosechas y se expresó en kilogramos de café cereza.

Como variables complementarias se consideraron:

- pH, materia orgánica, fósforo, potasio, calcio, magnesio y aluminio. Estas variables se analizaron al finalizar el experimento, extrayendo una muestra de la gotera del

**Tabla 1.** Descripción de los tratamientos obtenidos de las interacciones entre las frecuencias de poda de *Erythrina* sp. y la fertilización del café.

Tratamientos	Combinación de los factores	Descripción	
		Frecuencias de poda de la <i>Erythrina</i> sp. (Factor A)	Niveles de fertilización del café (Factor B)
1	A1 B0	Una poda anual de <i>Erythrina</i> sp	Sin fertilización
2	A1 B1	Una poda anual de <i>Erythrina</i> sp	50% de la dosis según el a.s.*
3	A1 B2	Una poda anual de <i>Erythrina</i> sp	100 % de la dosis según el a.s.
4	A2 B0	Dos podas anuales de <i>Erythrina</i> sp	Sin fertilización
5	A2 B1	Dos podas anuales de <i>Erythrina</i> sp	50% de la dosis según el a.s.
6	A2 B2	Dos podas anuales de <i>Erythrina</i> sp	100% de la dosis según el a.s.
7	A3 B0	Cuatro podas anuales de <i>Erythrina</i> sp	Sin fertilización
8	A3 B1	Cuatro podas anuales de <i>Erythrina</i> sp	50% de la dosis según el a.s.
9	A3 B2	Cuatro podas anuales de <i>Erythrina</i> sp	100 % de la dosis según el a.s.

\*a.s.: análisis de suelo

árbol a una profundidad de 20 cm, en la parcela efectiva

- La relación café cereza (cc)/café pergamino seco (cps), se evaluó en dos pases de cada cosecha.
- La biomasa de ramas y hojas del sombrío se registró al momento de podar el sombrío en cada unidad experimental, de acuerdo con los tratamientos establecidos.
- La proporción de árboles con secamiento apical del tallo y los porcentajes de vaneamiento, pasilla y frutos con mancha de hierro, se evaluaron en la última cosecha de café obtenida.
- Debido a la muerte de plantas efectivas dentro de la parcela, el número de plantas

de café dentro de cada una se constituyó como covariable.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Producción de café.** En la Tabla 2 se presenta la estimación del promedio de la producción de café cereza por parcela, corregida por la covariable número de plantas de café dentro de la parcela, para cada año de cosecha y el acumulado, en cada nivel de fertilización, de acuerdo con la frecuencia de poda. El análisis de covarianza con la variable producción acumulada no mostró efecto ni de la interacción de la poda por la fertilización (poda\*fertilización), ni de la frecuencia de poda, pero sí mostró el efecto de los niveles de fertilización sobre la producción. La prueba de comparación

**Tabla 2.** Producción de café cereza por parcela.

Frecuencia de las podas al año	Año	Nivel de Fertilización					
		0		50		100	
		café cereza (kg*)	E.E.	Café cereza (kg*)	E.E.	Café cereza (kg*)	E.E.
Cuatro	1999	41,1	7,1	45,2	6,8	55,1	7,3
	2000	21,1	6,8	32,1	7,1	37,5	7,3
	2001	29,6	11,5	40,3	12,0	46,9	11,9
	2002	41,6	7,8	51,4	8,0	79,1	8,0
Acumulado		129,9	23,2	169,8	23,9	221,2	24,3
Dos	1999	40,1	7,4	39,3	7,5	64,3	7,7
	2000	26,5	5,4	31,1	5,7	31,6	5,8
	2001	29,9	5,7	35,6	6,0	47,4	6,3
	2002	59,8	12,2	61,5	12,9	50,1	13,6
Acumulado		156,3	21,3	167,0	22,3	193,8	23,1
Una	1999	49,1	4,3	35,5	4,4	45,9	4,3
	2000	28,0	4,2	22,9	4,4	31,9	4,2
	2001	28,8	2,4	15,0	2,5	25,3	2,4
	2002	39,9	6,0	41,2	6,2	61,9	6,0
Acumulado		145,3	8,2	115,2	8,5	164,8	8,2

\* Los valores de la producción de café cereza por parcela se corrigieron por la covariable número de plantas efectivas por parcela; E.E.: Error estándar

indicó diferencias a favor del mayor nivel de fertilización (Tabla 3), respuesta similar a la obtenida en las producciones individuales de 1999 y 2002 (Tablas 2 y 3).

### Relación café cereza a café pergamino seco.

Los resultados de la relación de café cereza a café pergamino seco, para las frecuencias de poda y los niveles de fertilización por año, se presentan en la Tabla 4. El análisis de varianza no mostró efecto de la interacción poda por fertilización (poda\*fertilización), ni de la fertilización, ni de las frecuencias de poda. En general, cabe destacar que la relación de conversión fue descriptivamente menor al valor establecido en el estudio (conversión 5:1).

**Biomasa de *Erythrina* sp.** Con respecto al aporte parcial y total de biomasa se observó una tendencia lineal negativa a partir del segundo año de establecimiento del sistema agroforestal (Tabla 5). Es decir, a mayor frecuencia de poda menor aporte de biomasa. En promedio, la biomasa cuantificada por hectárea en los tratamientos de una frecuencia anual de poda fue de 11,8 t de materia fresca por año, de las cuales el 34% correspondió a follaje; por lo tanto, teniendo en cuenta que los análisis de materia seca mostraron en promedio conversiones del 31%, el aporte

de materia seca al año, para este caso, es de 3,5 t. En las frecuencias de dos y tres podas anuales, la biomasa estimada fue inferior a 1,5 t.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> de materia seca, de las cuales el 50% correspondió a las hojas.

En este estudio la biomasa cuantificada es menor que la obtenida en condiciones similares en Costa Rica, por Alpizar *et al.*(1) y Heuveldop *et al.* (9), quienes encontraron aportes de materia seca de *Erythrina* sp. de 12,4 t.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>. Ramírez (11), quien evaluó el aporte de biomasa en sistemas de cacao y café con *E. poeppigiana* sometida a podas, encontró para el sistema de dos podas anuales de *Erythrina* sp. aportes entre 6 y 10 t.ha<sup>-1</sup> de biomasa fresca entre el segundo y el sexto año y, para el sistema de una y dos podas anuales, entre 2,27 y 1,37 t.ha<sup>-1</sup>. año<sup>-1</sup> de materia seca cuando se somete a una y dos podas anuales, respectivamente, datos más cercanos a los encontrados en este estudio.

Como producto de la frecuencia de la poda los árboles disminuyeron el aporte de biomasa en la medida que esta labor se realizó más frecuentemente, el lapso de tiempo dado por las frecuencias de dos y cuatro podas al año no fue suficiente para la recuperación de los árboles, de tal

**Tabla 3.** Producción de café cereza por parcela, para cada año de producción, de acuerdo con los niveles de fertilización.

Nivel de fertilización	1999		2000		2001		2002		Acumulado	
	Café cereza kg**	E.E.								
0	43,0 a*	3,6	25,1 a	3,1	28,7 a	4,3	46,5 a	5,4	142,9 a	10,8
50	40,1 a	3,6	28,9 a	3,3	30,0 a	4,5	51,1 ab	5,6	150,5 a	11,3
100	55,4 b	3,7	33,6 a	3,3	40,8 a	4,5	64,6 b	5,5	194,3 b	11,2

\* Valores con letras distintas indican diferencia significativa según la prueba t.

\*\*Los valores de la producción de café cereza por parcela se corrigieron por la covariable número de plantas efectivas por parcela

E.E.: Error estándar

**Tabla 4.** Promedios de los valores de la relación café cereza a café pergamino seco (11% de humedad).

Frecuencia de poda anual	Año	Nivel de Fertilización (dosis según análisis de suelo %)					
		0		50		100	
		Café cereza/café pergamino seco	C.V.	Café cereza/café pergamino seco	C.V.	Café cereza/café pergamino seco	C.V.
Cuatro	1999	4,64	2,08	4,84	1,68	4,83	3,19
	2000	4,45	6,92	4,53	4,92	4,75	5,26
	2001	4,60	2,21	4,49	9,36	4,54	10,27
Dos	1999	4,88	4,32	4,94	0,93	4,90	2,53
	2000	4,63	10,53	4,61	8,41	4,54	4,92
	2001	4,70	7,49	4,67	6,54	4,68	10,13
Una	1999	4,71	0,91	5,42	2,83	4,83	0,86
	2000	4,59	3,84	4,83	8,89	4,65	5,07
	2001	4,45	2,59	4,71	7,30	4,58	7,01

**Tabla 5.** Aporte de biomasa por árbol de *Erythrina fusca*, establecidos en un sistema agroforestal de café, en la Subestación Experimental Pueblo Bello.

Año	Frecuencia de Podas al Año					
	Cuatro		Dos		Una	
	Biomasa (kg materia fresca)	C.V.*	Biomasa (kg materia fresca)	C.V.	Biomasa (kg materia fresca)	C.V.
1999	5,6	42,7	11,91	45,3	3,83	71,8
2000	1,48	64,8	3,48	65,8	16,43	46,1
2001	3,55	58,0	6,59	62,6	21,11	67,8
2002	4,08	100,9	11,04	74,0	29,65	47,3
Acumulado	14,71	76,3	33,02	72,8	71,02	76,8
Mortalidad	30%		24%		13%	
D.A.P.**(cm)	4,31		4,57		7,33	

C.V.: Coeficiente de variación; \*\*D.A.P.: Diámetro a la altura del pecho

manera que éstos se debilitaron y se secaron progresivamente; apreciación que se corrobora con la mortalidad, la cual fue mayor en árboles sometidos a mayor frecuencia de poda (cuatro y dos podas al año).

Otro aspecto importante en el desarrollo del sombrío correspondió al diámetro a la altura del pecho (DAP). Éste fue evaluado a los cinco años de edad a una altura de un metro sobre el suelo. En la Tabla 3 se

muestran los promedios para cada ciclo de poda. El mejor desarrollo se observó en los árboles de una frecuencia al año, en los cuales la mortalidad es descriptivamente baja con respecto a las otras frecuencias (Figuras 1 y 2).

Uno de los objetivos del sombrío es que suministre nutrimentos por medio de la biomasa, en este sentido la *Erythrina* sp. proporciona una ventaja comparativa con



**Figura 1.** Grosor del tallo de *Erythrina* sp. con dos y cuatro podas al año.



**Figura 2.** Grosor del tallo de *Erythrina* sp. con frecuencia de una poda al año.

respecto a otros árboles de sombra, dada su adaptación y la respuesta al manejo con podas. Los resultados indican que la realización de una poda al año al sombrío de *Erythrina* sp., además de suministrar el mayor aporte de biomasa, favorece su normal crecimiento, tanto en la lignificación de ramas, el aumento del DAP y la recuperación de la copa de los árboles. La mejor época para realizar la poda corresponde a la finalización del período seco, antes de la floración del café.

### **Variables complementarias**

Las condiciones agronómicas del cultivo de café en cada frecuencia de poda de *Erythrina* sp. presentaron diferencias en su desarrollo y aspectos sanitarios. Con las frecuencias de dos y cuatro podas al año, se obtuvieron la mayor exposición solar y el menor aporte de biomasa, además, los árboles de café mostraron síntomas de paloteo (Figura 3), y

en la zona intermedia del cafeto se observaron ramas secas o que faltaban, también hubo amarillamiento de hojas y presencia notoria de mancha de hierro en los frutos. En cambio, los cafetos bajo sombra con frecuencia de una poda anual (Figura 4), presentaron más cantidad de follaje y ramas, y el secamiento apical del tallo y el porcentaje de frutos con mancha de hierro fue menor.

No obstante, el análisis de varianza no mostró efecto ni de la interacción de los factores, ni de cada uno de éstos en las variables porcentaje de vaneamiento (Tabla 6) y porcentaje de pasilla (Tabla 7).

**Efecto sobre la fertilidad del suelo.** Los resultados de los análisis de suelos del lote experimental en la Subestación Pueblo Bello se presentan en la Tabla 8. El análisis de varianza no mostró efecto de la interacción ni de la frecuencia de poda, pero sí de los



**Figura 3.** Aspecto del café bajo sombrío con cuatro podas al año.



**Figura 4.** Aspecto del café bajo sombrío con una poda anual.

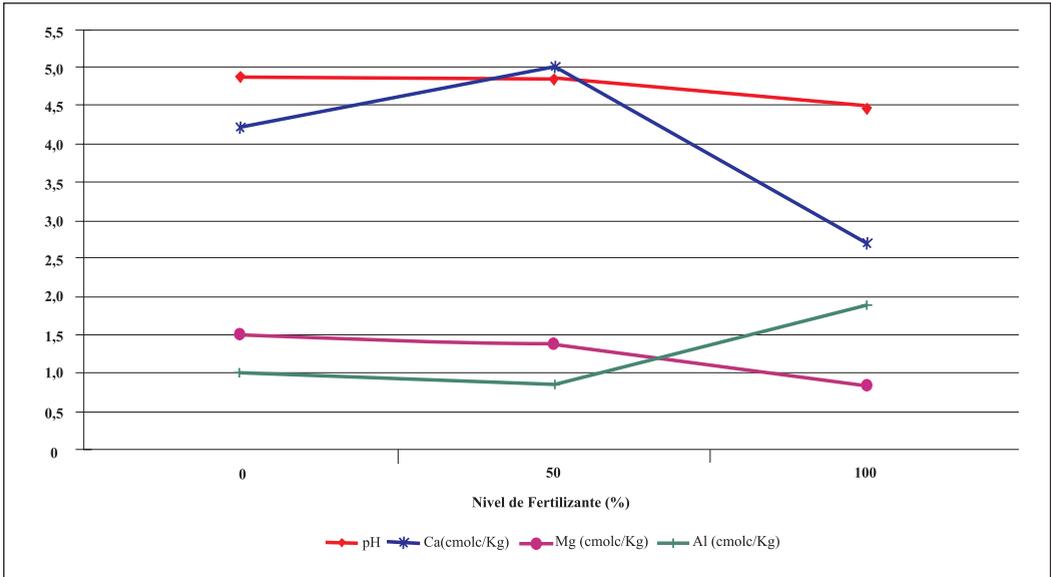
niveles de fertilización en la componente lineal para pH, magnesio y aluminio, de tal manera que a mayor nivel de fertilización menor valor de pH y magnesio, y mayor valor de aluminio. También se observó el efecto de los niveles de fertilización en la componente cuadrática para calcio (Figura 5).

No hubo aporte de los residuos orgánicos a los contenidos de materia orgánica en el suelo; condición similar a la registrada por Sadeghian (13), en la evaluación del efecto de la fertilización con N, P, K y Mg sobre las propiedades químicas de los suelos cultivados en café, no obstante, esta situación es normal debido a que dichos cambios suceden a muy largo plazo (Pavan *et al.* citados por Sadeghian (13)). En cuanto al pH, su disminución está relacionada con la fertilización y especialmente con el efecto acidificante del nitrógeno, así mismo, se observa la relación entre el pH y la

disponibilidad de elementos como el calcio y el aluminio, los cuales disminuyen y aumentan, respectivamente, cuando el pH baja (Pavan *et al.* citados por Sadeghian (13)).

Beer *et al.* (3) y Muschler y Cannell, citados por Da Matta (4), al considerar plantaciones de café bajo sombra destacan entre las ventajas del sistema, el de requerir menos entradas externas (insumos químicos), reducir la degradación medioambiental al compararla con una o dos décadas de producción al sol, atenuar el dominante bienal, favorecer la estabilidad en la producción y reducir el agotamiento del café.

Aunque no se cuantificaron los efectos del uso de una variedad de café resistente a la roya, es incuestionable que de no hacerlo, la producción hubiera disminuido. De otra parte, los efectos no cuantificables sobre lo ecológico y ambiental se sumarían a las



**Figura 5.** Comportamiento de las variables químicas del suelo: pH, Mg, Ca y Al, de acuerdo con los niveles de fertilización evaluados.

**Tabla 6.** Porcentaje de los diferentes rubros de la canasta básica sobre el gasto total de las familias de economía campesina de la zona central cafetera de Colombia

Frecuencia de poda anual	Nivel de fertilización					
	0%		50%		100%	
	Vaneamiento (%)	C.V.	Vaneamiento (%)	C.V.	Vaneamiento (%)	C.V.
Cuatro	3,6	67,5	3,2	59,6	3,0	71,0
Dos	3,6	67,9	2,7	89,0	3,8	71,7
Una	3,7	55,6	2,4	62,6	2,5	69,8

C.V.: Coeficiente de variación

**Tabla 7.** Análisis postcosecha, porcentaje de pasilla.

Frecuencia de poda anual	Nivel de fertilización					
	0%		50%		100%	
	Pasilla (%)	C.V.	Pasilla (%)	C.V.	Pasilla (%)	C.V.
Cuatro	9,4	41,3	8,8	56,7	8,9	37,0
Dos	9,2	58,1	8,3	39,2	10,2	57,5
Una	9,6	45,1	8,4	39,2	7,2	59,8

C.V.: Coeficiente de variación

**Tabla 8.** Resultados de los análisis de suelo del lote establecido con café var. Tabi con sombrío de *Erythrina fusca* en la Subestación Experimental Pueblo Bello.

Variable	Frecuencia de poda al año	Nivel de fertilización					
		0%	C.V.	50%	C.V.	100%	C.V.
	Cuatro	4,9	8,5	4,9	4,2	4,4	3,4
	Dos	4,8	3,8	4,9	4,5	4,4	2,3
	Una	5,0	6,8	4,9	9,6	4,7	6,3
	<b>Promedio</b>	<b>4,89</b>	<b>6,4</b>	<b>4,88</b>	6,0	4,50	5,5
<b>Materia Orgánica (%)</b>	Cuatro	7,0	29,4	7,1	21,8	6,8	22,7
	Dos	7,6	16,4	7,9	24,0	7,5	11,9
	Una	7,6	21,6	7,2	24,2	6,6	12,3
	<b>Promedio</b>	<b>7,37</b>	<b>20,9</b>	<b>7,40</b>	<b>21,7</b>	<b>6,97</b>	<b>15,8</b>
<b>Fósforo (ppm)</b>	Cuatro	8,5	36,6	17,5	58,6	26,0	105,6
	Dos	12,0	96,9	32,0	138,4	15,5	64,4
	Una	8,0	77,7	12,8	75,3	17,0	129,8
	<b>Promedio</b>	<b>9,5</b>	<b>77,0</b>	<b>20,8</b>	<b>124,0</b>	<b>19,5</b>	<b>101,1</b>
<b>Potasio (cmol<sub>c</sub>.kg)</b>	Cuatro	0,51	19,7	0,65	29,0	0,58	30,5
	Dos	0,54	45,8	0,57	23,9	0,46	43,8
	Una	0,47	35,7	0,53	33,0	0,52	35,1
	<b>Promedio</b>	<b>0,51</b>	<b>33,2</b>	<b>0,58</b>	<b>27,6</b>	<b>0,52</b>	<b>33,9</b>
<b>Calcio (cmol<sub>c</sub>.kg)</b>	Cuatro	3,80	95,1	4,53	37,4	2,35	55,6
	Dos	3,48	67,1	5,88	76,0	2,05	101,9
	Una	5,40	49,9	4,68	75,9	3,73	56,7
	<b>Promedio</b>	<b>4,23</b>	<b>66,1</b>	<b>5,03</b>	<b>63,1</b>	<b>2,71</b>	<b>68,6</b>
<b>Magnesio (cmol<sub>c</sub>.kg)</b>	Cuatro	1,60	62,7	1,35	27,4	0,88	31,5
	Dos	1,33	43,3	1,53	60,2	0,50	63,2
	Una	1,50	32,2	1,30	74,3	1,18	47,3
	<b>Promedio</b>	<b>1,48</b>	<b>45,1</b>	<b>1,39</b>	<b>52,4</b>	<b>0,85</b>	<b>54,6</b>
<b>Aluminio (cmol<sub>c</sub>.kg)</b>	Cuatro	1,18	110,4	0,70	55,9	2,03	27,5
	Dos	1,20	73,6	0,85	117,8	2,58	41,4
	Una	0,65	112,7	1,03	114,7	1,13	86,0
	<b>Promedio</b>	<b>1,01</b>	<b>93,5</b>	<b>0,86</b>	<b>98,3</b>	<b>1,91</b>	<b>53,4</b>

C.V.: Coeficiente de variación

ventajas del aporte de biomasa, producto de la poda del sombrío.

## AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a la Dra. Esther Cecilia Montoya por su asesoría estadística. A los doctores Jaime Arcila P., Siavosh Sadeghian Kh. y Argemiro Moreno B. por sus observaciones, que contribuyeron en la presentación y discusión de los resultados. De igual manera expresa sus agradecimientos al personal de la Subestación Experimental Pueblo Bello, en especial al Ing. Agrónomo José Enrique Baute, al Tec. Pedro Jesús Hernández, a los señores Iván Villera Ruiz y a Luis Carlos Zapata, quienes asumieron responsabilidades invaluable en el desarrollo del experimento en el campo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ALPIZAR, L. A.; FASSBENDER, H. W.; HEUVELDOP, J.; ENRÍQUEZ, G. A.; FOLSTER, H. Sistemas agroforestales de café (*Coffea arabica*) con nogal (*Cordia alliodora*) con Poró (*Erythrina poeppigiana*) en Turrialba, Costa Rica. I. Biomasa y reservas nutritivas. Turrialba 35 (3): 233-242. 1985.
2. ARANGUREN, J.; ESCALANTE, G.; HERRERA, R. Nitrogen cycle of tropical perennial crops under shade trees. I *Coffea*. Plant and soil, Holanda. 67 (1-3): 247-258. 1982.
3. BEER, J. Litter production and nutrient cycling in coffee (*Coffea arabica*) or cacao (*Theobroma cacao*) plantations with shade trees. Agroforestry Systems, Holanda. 7 (2): 103-114. 1988.
4. DA MATTA, F. M. Ecophysiological constrains on the production of shaded an unshaded coffee: a review. Field Crops Research 86: 99-114. 2004
5. FASSBENDER, H. W.; ALPIZARO, L. A.; HEUVELDOP, J.; ENRÍQUEZ C., G. A.; FOLSTER, H. Sistemas agroforestales de café (*Coffea arabica*) con nogal (*Cordia alliodora*) y café con poró (*Erythrina poeppigiana*) en Turrialba, Costa Rica. III. Modelos de la materia orgánica y los elementos nutritivos. Turrialba 35 (4): 403-413- 1985.
6. FRANCO C. M. A. Água do solo e o sombreamento dos cafézais na América Central. Bragantia. 11 (4-6): 99-119. 1951.
7. GÓMEZ A., A. El sombrío en los cafetales conserva la capacidad de producción de los suelos. Bogotá, FEDERACAFÉ, 1992. 6p.
8. HENAO J., J. Sombrío para el café. Revista del Instituto de Defensa del café de Costa Rica. 11(82): 284-285. 1941.
9. HEUVELDOP, J.; ALPIZAR O., L. A.; FASSBENDER, H. W.; ENRÍQUEZ C., G. A.; FOLSTER H. Sistemas agroforestales de café (*Coffea arabica*) con nogal (*Cordia alliodora*) y café con poró (*Erythrina poeppigiana*) en Turrialba, Costa Rica. II. Producción agrícola, maderable y de residuos vegetales. Turrialba 35 (4): 347-355. 1985.
10. JARAMILLO R., A. Características climáticas de la zona cafetera. In: Tecnología del cultivo del café. FEDERACAFÉ. 1987. p. 7-55.
11. RAMÍREZ, C. Algunas consideraciones sobre el asocio de árboles de poró (Género *Erythrina*) en plantaciones de café. Boletín de Promecafé, 48: 9-13. 1990
12. RIVERA P., J. H.; GÓMEZ A., A. El sombrío en los cafetales protege los suelos de la erosión. Avances Técnicos Cenicafé No. 177-1-8. 1992.
13. SADEGHIAN KH., S. Efecto de la fertilización con nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio sobre las propiedades químicas de suelos cultivados en café. Cenicafé 54 (3): 242-257. 2003.
14. VASUDEVA, N. Boosting the growth of dadap by using shorter stakes. Indian Coffee 48 (10): 11-13. 1984.