

PRODUCCIÓN DE CAFÉ EN UN SISTEMA INTERCALADO CON PLÁTANO DOMINICO HARTÓN CON Y SIN FERTILIZACIÓN QUÍMICA

Fernando Farfán-Valencia *

RESUMEN

FARFÁN V., F. Producción de café en un sistema intercalado con plátano Dominico Hartón con y sin fertilización química. Cenicafé 56(3):269-280. 2005.

En la Subestación Experimental La Catalina de Cenicafé, localizada en el municipio de Pereira, se evaluó la producción de café intercalado con plátano Dominico Hartón y la respuesta al aporte de la biomasa seca del plátano, en parcelas con y sin aplicación de fertilizantes. Se estableció un lote de café de 5.000 plantas/ha y 278 plantas de plátano por hectárea. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques al azar con arreglo de parcelas subdivididas y cuatro repeticiones. Se observó que las interacciones: fertilización por intercalamiento de plátano, fertilización por aplicación de mulch, intercalamiento de plátano por aplicación de mulch, y fertilización por intercalamiento de plátano por aplicación de mulch, no tuvieron efecto significativo sobre la producción de café; así mismo, el mulch producido por el intercalamiento de plátano no tuvo efecto significativo sobre la producción de café. Con la aplicación de fertilizantes se observó que el monocultivo de café tuvo un incremento en producción del 57,0%, mientras que el café intercalado con plátano tuvo un incremento del 65,0%. El cafetal intercalado con plátano sin fertilización redujo su producción en un 28,0% y fertilizado registró una reducción del 25,0%. De los resultados obtenidos en el estudio se destaca la importancia de la fertilización del café.

Palabras claves: Cultivos intercalados, plátano *Musa AAB*, *Coffea arabica*, nutrientes, aporte de biomasa.

ABSTRACT

At the Experimental Sub-station La Catalina-Cenicafé, located in Pereira, the effect of coffee production intercropped with plantain (*Musa AAB* c. v. Dominico Hartón) and the response to the yield of dry plantain biomass in cropping plots with and without fertilizers application were evaluated. A coffee plot with 5,000 plants/ha and 278 plantain plants/ha was established. The treatments were distributed in a totally randomized experimental design with subdivided cropping plots and four repetitions. It was observed that the interactions: fertilization through plantain intercropping; fertilization through mulch application, plantain intercropping through mulch application and fertilization through plantain intercropping by mulch application did not have any significant effect on coffee production. Likewise, the mulch produced by the plantain intercropping did not have any meaningful effect on the coffee production. Through the fertilizers application it was noticeable that the only-coffee crop exhibited a raise of 57%, whereas coffee intercropped with plantain had a raise of 65%. The coffee intercropped with plantain without fertilization showed a decline of 28% and with fertilization it registered a reduction of 25%. The results obtained in this study highlight the importance of coffee fertilization.

Keywords: Intercropping, *Musa AAB* CV Dominico Hartón, *Coffea arabica*, nutrients, dry biomass.

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

El plátano es un cultivo que tradicionalmente ha estado vinculado al desarrollo social y económico de Colombia y, principalmente, al de la zona cafetera. En el país se tienen sembradas cerca de 381.000ha, en las cuales se producen anualmente 2,9 millones de toneladas, de las cuales el 95% se dedica al consumo interno y el 5% a la exportación. Del área cultivada en plátano, el 87% se encuentra como cultivo tradicional asociado con café, cacao, yuca y frutales, mientras que el 13% restante se encuentra como monocultivo tecnificado (21).

Los principales centros de producción de plátano se encuentran en las zonas cafeteras de la región andina, con 136.000ha (36% del área sembrada), que aportan el 34% de la producción nacional abasteciendo los mercados de la zona cafetera y las principales ciudades del país (3, 13). El material genético más cultivado es el clon Dominicó Hartón.

Los sistemas de producción de plátano indirectamente proporcionan ingresos adicionales a los caficultores, debido a que la mayor parte de la producción no llega al mercado sino que forma parte de los alimentos de la canasta familiar del productor, por lo que adquiere un valor de uso, cumpliendo con ciertas necesidades humanas (2, 14).

En cuanto al consumo per-cápita, éste fluctúa entre 21 y 104kg (7, 8, 9); observándose que para 1999 el consumo en fresco estimado fue de 62kg/persona/año, resultando uno de los valores más altos del mundo.

El plátano genera cerca de 286 mil empleos directos al año, es decir, que unas 57.000 familias se dedican a las labores del cultivo en todo el país. Teniendo en cuenta un 10% de pérdidas en postcosecha, se estimaría que el valor de la producción aportaría 566 millones de dólares al PIB agrícola a precios promedios del año 2002.

No obstante, en 2001, se exportaron 141.241 toneladas por un valor superior a los US\$40 millones, lo que convirtió a Colombia en el mayor exportador de plátano fresco en el mundo (13).

La información que se tiene sobre el plátano hace referencia a su importancia social, como cultivo generador de empleo, a su importancia económica para el país y a los registros de producción de las partes útiles de la planta, como los racimos, desconociéndose aquella información que permite determinar a cuánto asciende la producción de biomasa de los otros componentes de la planta como las hojas, los pseudotallos y rizomas; biomasa que es devuelta al suelo en forma de materia orgánica reciclando nutrientes después de la cosecha, lo cual lo convierte en factor de gran importancia en los programas de fertilización orgánica en los sistemas de producción sostenible.

Para estimar el efecto total del plátano intercalado con los cafetos sobre la producción de café es necesario conocer la productividad de todo el sistema, lo cual incluye la producción de biomasa seca y el reciclaje de nutrientes del cultivo asociado. Sobre la producción de biomasa de plátano en un sistema con café o en monocultivo y la descomposición de sus residuos, se tiene información de los trabajos realizados por Jiménez y Martínez (14), en México, por Stover (23), en Honduras y Camerún, por Flores y Vargas (11, 12), en Costa Rica y los registros realizados por Belalcázar (3) y Machado (16), en Colombia.

El conocimiento sobre el aporte de biomasa seca del plátano y la transferencia de nutrientes puede emplearse como alternativa en los programas de fertilización orgánica, en los sistemas de producción sostenible y convencional del café.

MATERIALES Y METODOS

Localización. El experimento se desarrolló en la Subestación Experimental La Catalina, localizada en el municipio de Pereira (Risaralda), zona cafetera central de Colombia. Las características geográficas, climáticas (6) y de suelos, se presentan en la Tabla 1.

Material vegetal. Se empleó café Variedad Colombia y plátano Dominico Hartón (*Musa AAB*).

Tratamientos y diseño experimental. Los tratamientos estuvieron conformados por un arreglo factorial 2³, (Tablas 2 y 3), distribuidos en un diseño de bloques al azar con arreglo

Tabla 1. Ubicación geográfica y condiciones climáticas y suelos, de la Subestación Experimental La Catalina.

Localización geográfica		Características de suelos	
Latitud	4° 45' N	PH	5,2
Longitud	75° 44' W	Materia orgánica (%)	9,0
Altitud (m)	1.310	Nitrógeno (%)	0,37
Características climáticas		Fósforo (ppm)	1,0
Temperatura media (°C)	21,9	Potasio (meq/100 g)	0,29
Precipitación (mm)	1.950,5	Calcio (meq/100 g)	4,1
Brillo Solar (horas año)	1.838	Magnesio (meq/100 g)	0,5
Humedad Relativa (%)	73,4	Ecotopo	209 A

Tabla 2. Factores y niveles que compusieron los tratamientos.

	Factor A Fertilización del café	Factor B Intercalamiento de plátano	Factor C Aplicación de mulch
Niveles	A0: Café sin fertilización A1: Café con fertilización	B0: Sin intercalamiento de plátano B1: Con intercalamiento de plátano	C0: Sin aplicación de mulch de plátano C1: Con aplicación de mulch de plátano

Tabla 3. Descripción de los tratamientos resultantes de la interacción de los factores y niveles evaluados.

Número de tratamiento	Factor	Descripción
01	A ₀ B ₀ C ₀	Café sin fertilizar, sin intercalamiento de plátano y sin aplicación de mulch
02	A ₀ B ₀ C ₁	Café sin fertilizar, sin intercalamiento de plátano y con aplicación de mulch
03	A ₀ B ₁ C ₀	Café sin fertilizar, con intercalamiento de plátano y sin aplicación de mulch
04	A ₀ B ₁ C ₁	Café sin fertilizar, con intercalamiento de plátano y con aplicación de mulch
05	A ₁ B ₀ C ₀	Café fertilizado, sin intercalamiento de plátano y sin aplicación de mulch
06	A ₁ B ₀ C ₁	Café fertilizado, sin intercalamiento de plátano y con aplicación de mulch
07	A ₁ B ₁ C ₀	Café fertilizado, con intercalamiento de plátano y sin aplicación de mulch
08	A ₁ B ₁ C ₁	Café fertilizado, con intercalamiento de plátano y con aplicación de mulch

de parcelas subdivididas y cuatro repeticiones, con el nivel de fertilización del café como las parcelas principales, el intercalamiento del plátano como las subparcelas y la aplicación de mulch como las sub-sub parcelas.

La unidad experimental fue la parcela, con las siguientes características:

Distancia de siembra del café: 2,0 x 1,0m (1 planta/sitio)

Distancia de siembra plátano: 6,0 x 6,0m

Plantas de café efectivas:74

Plantas de plátano efectivas: 4

Área del campo experimental: 10.800m²

Establecimiento. El estudio se inició en julio de 1998 con el establecimiento simultáneo del plátano y el café.

Manejo del plátano. El sistema de desarrollo de las plantas de plátano fue axial, de sucesión lineal continua en un solo eje de crecimiento (1), lo cual permitió el desarrollo sucesivo de madre-hijo-nieto, mediante podas o “deshijes” para el mantenimiento de la plantación. Además, se tuvieron en cuenta las recomendaciones dadas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (10), y por Arbeláez (1).

Fertilización. El café se fertilizó de acuerdo con los resultados de los análisis de suelos, el plan anual de fertilización del café fue de 290kg/ha de urea + 100kg/ha de DAP + 200kg/ha de KCl, y el plan anual de fertilización del plátano fue de 20kg/ha de MgSO₄ + 8kg/ha de KCl. Para la fertilización se fraccionaron las dosis en dos aplicaciones, mitad de la dosis en el primer semestre y la otra en el segundo semestre del año, aplicando el fertilizante al sitio de siembra de las plantas de café y plátano.

Variables evaluadas

Biomasa seca de plátano. La producción de biomasa seca total de plátano por unidad experimental y por hectárea, se determinó pesando todo el material vegetal resultante de la práctica del deshoje y el deshije de las plantas de plátano, así como el material proveniente de la cosecha. Por separado, se pesaron las hojas, los pecíolos, los brotes o hijuelos y los pseudotallos, en cada unidad experimental, y el conjunto de este material dio el peso verde (**PV**). Posteriormente, se tomaron muestras de 1.000g cada una, compuesta de pseudotallos, hojas, pecíolos y brotes, éstas se depositaron en bolsas plásticas debidamente identificadas, las cuales se llevaron al laboratorio y se secaron en una estufa a una temperatura constante de 80°C, para determinar el peso seco (**PS**).

Una vez obtenido el peso seco se determinó la relación (**R**) entre el peso seco y peso verde de las muestras (**R=PS/PV**); esta relación se empleó para transformar el peso verde de cada órgano de la planta en la unidad experimental a peso seco. Con la información del peso seco obtenido en cada unidad experimental y con la densidad de siembra utilizada se determinó el promedio de la producción de biomasa seca de cada componente de la planta de plátano en toneladas por hectárea.

Concentración y contenido de nutrimentos en la biomasa seca de plátano. La concentración de nutrimentos se determinó tomando de las cuatro repeticiones, muestras de 100g de material fresco por tratamiento compuestas por pseudotallos, hojas, pecíolos y brotes. El material vegetal se depositó en bolsas plásticas individuales y se llevaron al laboratorio para secarlas en una estufa a 80°C para determinar su peso seco constante. Posteriormente, se realizaron análisis foliares determinando: N por el método semimicro Kjeldahl; P por

colorimetría (molibdovanadato de amonio): K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn y Cu, mediante espectrofotometría de absorción atómica (EAA) y B por el método colorimétrico (azometina H). También se determinó el contenido de materia orgánica. Las concentraciones de N, P, K, Ca, Mg y cenizas, se expresaron en porcentaje (%), y las de Fe, Mn, Zn, Cu y B, en partes por millón (ppm).

Para determinar el aporte de nutrientes realizado por cada componente de la planta de plátano se procedió así: las concentraciones producto de los análisis foliares fueron transformadas a gramos de nutriente por gramo de materia seca. Este resultado se multiplicó por la cantidad de biomasa seca producida por unidad experimental, valor que se relacionó con el aporte de biomasa seca en t/ha, para finalmente expresar el resultado en kg de nutriente/ha.

Respuesta del café en producción. Para evaluar el efecto de los tratamientos sobre la producción de café se realizaron recolecciones mensuales de café cereza por parcela, y los registros fueron transformados a kilogramos de café pergamino seco por hectárea, aplicando

un factor de conversión 5:1 (5,0kg de café cereza para obtener 1,0kg de café pergamino seco).

Producción de plátano. Se registró la producción de plátano por unidad experimental, recolectando cuatro racimos por cada ciclo productivo. De acuerdo con la densidad de siembra se expresó la producción en toneladas/ha.

Análisis de la información. De acuerdo con el modelo para el diseño experimental utilizado se realizaron análisis de varianza para cada sistema de cultivo estudiado por año de producción. Se aplicaron pruebas de Tukey al 5%, para la comparación de los valores medios entre tratamientos y la comparación de los valores medios generales entre los sistemas de cultivo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Biomasa seca de plátano. Los registros de la biomasa seca producida por las plantas de plátano se presentan en la Tabla 4 y la Figura 1.

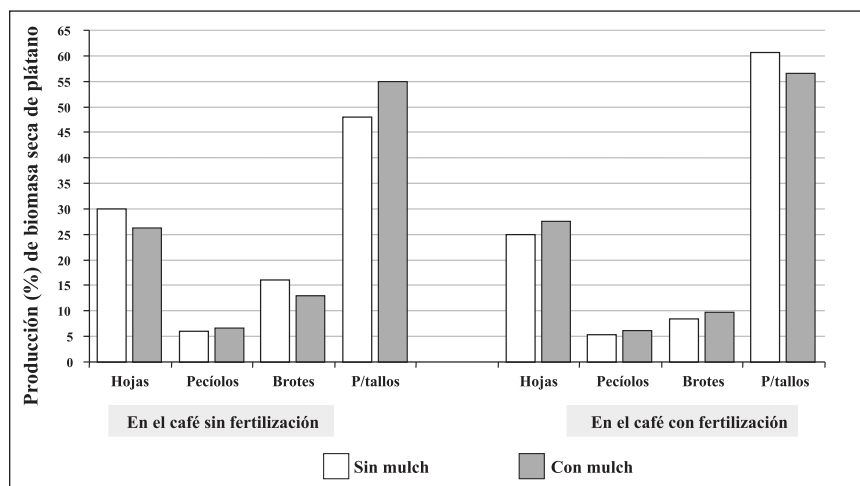


Figura 1. Producción media (%) de materia seca por el plátano, en cuatro ciclos de cultivo.

La biomasa seca producida por diferentes órganos de la planta de plátano y acumulada durante cuatro ciclos productivos en intercalamiento con café, sin aplicación de fertilizante y sin cobertura vegetal muerta, estuvo compuesta en un 30% por hojas, 6% por pecíolos, 16% por brotes o hijuelos y en un 48% por los pseudotallos. La producción total de biomasa seca en este sistema de producción fue de 7,1t/ha. Mientras que en el mismo sistema con aplicación de mulch, la producción de biomasa seca estuvo constituida en un 26,3% de hojas, 5,7% de pecíolos, 12,9% de brotes o hijuelos y 54,9% de pseudotallos, con una producción de biomasa seca total de 8,3t/ha.

En el tratamiento en el cual se intercaló el plátano con el café, con aplicación de fertilizante y sin cobertura vegetal, la biomasa seca del plátano estuvo compuesta en un 25% por las hojas, 5,4% por los pecíolos, 8,4% por los brotes y 60,7% por los pseudotallo. La producción total de biomasa seca fue de 6,5t/ha.

En el tratamiento con aplicación de mulch, la producción total de biomasa seca fue de 4,9t/ha, distribuidas en cada uno de los órganos de la planta de plátano así: 27,6% de hojas, 6,2% de pecíolos, 9,8% de brotes y 56,5% de pseudotallos.

En los sistemas de producción de café intercalado con sombrero de *Musa sapientum* (2.087 plantas/ha), Jiménez y Martínez (14), reportan producciones de 4,2t/ha/año de materia seca, la cual está conformada por 1.419kg de rizomas, 1.265kg de pseudotallos, 231,5kg de hojas y 1.311kg de materia orgánica producida por la fruta. En otros estudios Briggs y Twomlow (4), informan sobre transferencias de 24t/ha/año de mulch de banano (*Musa* sp.) en un área de 0,6ha. En Honduras, Stover (23), evaluó en plátano y banano la producción de materia seca y

obtuvo para el plátano cuerno ("Horn"), -AAB-, producciones totales en materia seca de 17,2kg/planta, de los cuales 1,7kg correspondían a materia seca de hojas, 4,9kg a materia seca de pseudotallos, 5,06kg a materia seca de rizomas y un excedente de 7,0kg correspondiente a raíces, brotes y dedos. Belalcázar (3), indica producciones individuales de 14,3kg de materia seca/planta.

Contenido de nutrientes en la biomasa del plátano. La concentración de nutrimentos en la biomasa seca producida por diferentes componentes de las plantas de plátano durante cuatro ciclos productivos se presentan en las Tablas 5 y 6.

El contenido de nutrientes en la materia seca producida por todos los órganos de las plantas de plátano intercalado con café sin fertilizar y sin aplicar cobertura muerta fue de 84,6kg de N, 8,5kg de P, 314,6kg de K, 64,7kg de Ca y 8,7kg de Mg por hectárea,; y en el sistema con aplicación de mulch los contenidos fueron de 84,8kg de N, 8,3kg de P, 332,1kg de K, 71,6kg de Ca y 9,1kg de Mg por hectárea.

En el tratamiento de plátano intercalado al café con fertilización y sin aplicación de los residuos, el contenido de nutrientes en la materia seca producida por las plantas de plátano fue de 61,0kg de N, 7,8kg de P, 273,8,kg de K, 61,9kg de Ca y 7,6kg de Mg por hectárea; mientras que el tratamiento con aplicación de mulch los contenidos fueron de 46,4kg de N, 5,2kg de P, 202,4kg de K, 48,8kg de Ca y 7,0kg de Mg por hectárea.

Para banano (*Musa* AAA) clon Gran Enano, Vargas y Flores (24), reportan transferencias de 6,2kg de N, 0,33kg de P, 35,3kg de K, 4,7kg de Ca y 1,5kg de Mg por tonelada de materia seca producida, y para plátano con

Tabla 4. Biomasa seca y biomasa seca total (kg/ha), producida por diferentes órganos de la planta de plátano, en sistemas de producción de café intercalado con plátano, durante cuatro ciclos productivos. Subestación Experimental La Catalina.

Año	Lote con café sin fertilización						Lote con café fertilizado									
	Sin Mulch			Con Mulch			Sin Mulch			Con Mulch						
	Hojas	Pecíolos	Brotos	Se	Hojas	Pecíolos	Brotos	Se	Hojas	Pecíolos	Brotos	Se	Hojas	Pecíolos	Brotos	Se
1999	276,3	97,6	253,3	700,9	364,0	146,8	296,1	1.169,7	184,3	72,7	98,1	186,6	156,4	86,8	78,4	97,1
2000	1.179,6	226,5	454,9	1.295,2	1.161,0	188,2	498,0	1.925,6	724,3	167,5	195,8	2.038,8	588,1	114,4	119,4	1.309,0
2001	413,2	57,6	390,4	1.040,9	387,6	56,7	239,8	1.006,5	372,4	40,6	206,0	1.266,3	297,5	35,8	200,3	458,0
2002	260,0	46,8	47,7	393,0	266,9	81,9	36,4	451,1	334,1	71,1	42,8	456,3	317,1	65,8	87,5	910,7
Acum	2.129,2	428,6	1.146,3	3.429,9	2.179,5	473,5	1.070,3	4.552,9	1.615,1	351,9	542,7	39.48,0	1359,1	302,8	485,6	2.774,9
B.S.T	7.134,0			8276,2			6.457,7			4.922,4						

Se: Pseudotallos; B.S.T: Biomasa seca total

Tabla 5. Concentración de nutrientes (%) en la biomasa seca producida por las plantas de plátano, en sistemas de producción de café intercalado con plátano, en la Subestación Experimental La Catalina.

Nutriente	Lote con café sin fertilización						Lote con café fertilizado									
	Sin Mulch			Con Mulch			Sin Mulch			Con Mulch						
	Hojas	Pecíolos	Brotos	Se	Hojas	Pecíolos	Brotos	Se	Hojas	Pecíolos	Brotos	Se	Hojas	Pecíolos	Brotos	Se
N	2,07	0,49	1,65	0,57	1,87	0,52	1,59	0,54	1,65	0,57	1,60	0,60	1,72	0,49	1,57	0,50
P	0,16	0,04	0,22	0,07	0,14	0,04	0,22	0,06	0,16	0,06	0,26	0,09	0,16	0,07	0,24	0,06
K	3,38	3,00	6,34	4,58	2,80	2,89	6,18	4,20	3,21	3,63	6,60	4,39	2,99	3,38	6,29	4,36
Ca	1,20	2,02	0,36	0,77	1,16	2,11	0,33	0,72	1,34	1,66	0,31	0,83	1,38	1,83	0,64	0,77
Mg	0,18	0,10	0,18	0,07	0,16	0,12	0,17	0,07	0,18	0,11	0,21	0,08	0,26	0,13	0,18	0,08

Ho: Hojas; Pe: Pecíolos; Br: Brotos o hijuelos; Se: Pseudotallos; B.S.T: Biomasa seca total

Tabla 6. Contenido de nutrientes (kg/ha) por la biomasa seca producida por las plantas de plátano, en sistemas de producción de café intercalado con plátano, en la Subestación Experimental La Catalina.

Nutriente	Lote con café sin fertilización						Lote con café fertilizado								
	Sin Mulch			Con Mulch			Sin Mulch			Con Mulch					
	Ho	Pe	Br	Se	Total	Ho	Pe	Br	Se	Total	Ho	Pe	Br	Se	Total
N	44,1	2,1	18,9	19,6	84,6	40,8	2,5	17,0	24,6	84,8	26,6	2,0	8,7	23,7	61,0
P	3,4	0,2	2,5	2,4	8,5	3,1	0,2	2,4	2,7	8,3	2,6	0,2	1,4	3,6	7,8
K	72,0	12,9	72,7	157,1	314,6	61,0	13,7	66,1	191,2	332,1	51,8	12,8	35,8	173,3	273,8
Ca	25,6	8,7	4,1	26,4	64,7	25,3	10,0	3,5	32,8	71,6	21,6	5,8	1,7	32,8	61,9
Mg	3,8	0,4	2,1	2,4	8,7	3,5	0,6	1,8	3,2	9,1	2,9	0,4	1,1	3,2	7,6

Ho: Hojas; Pe: Pecíolos; Br: Brotos o hijuelos; Se: Pseudotallos; B.S.T: Biomasa seca total

fertilización, Belalcázar (3), reporta contenidos de 104g de N, 11,8g de P, 1.156g de K, 164g de Ca y 26,4g de Mg en todos los órganos que conforman una planta. En plátano Dominicano, Machado (15), estudió la bondad de su utilización como abono en diversos cultivos y determinó la composición química de plantas de plátano a diferentes edades, obteniendo que el contenido de nutrientes en una planta entre los 12 y 14 meses es de 0,26kg de N, 0,02kg de P, 1,51kg de K, 0,16kg de Ca y 0,034kg de Mg.

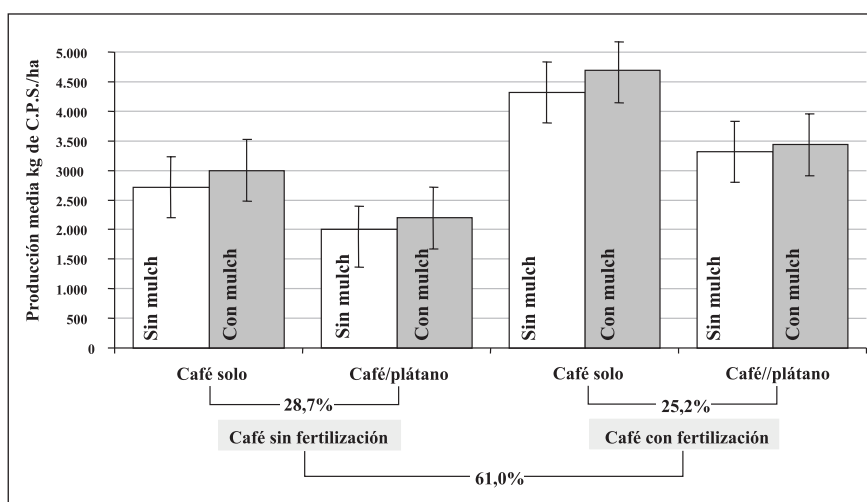
Producción del café como respuesta a la aplicación de fertilizante, al intercalamiento de plátano y a la aplicación de la biomasa seca de plátano. Los resultados de la producción de café se presentan en la Tabla 7 y la Figura 2.

Los análisis de varianza indican que las interacciones: Fertilización*Intercalamiento de plátano, Fertilización*Aplicación de mulch, Intercalamiento de plátano*Aplicación de mulch y Fertilización*Intercalamiento de plátano*Aplicación de mulch, no tuvieron efecto significativo sobre la producción de café ni en cada año de evaluación, ni en

la producción media de los cuatro ciclos; lo que indica que el efecto de los factores fueron independientes entre sí, por tanto, se analizaron por separado de cada uno de ellos.

Efecto de la aplicación de mulch de plátano sobre la producción de café. Las diferencias estadísticas de acuerdo con la prueba de comparación Tukey (al 5%), se representan con letras minúsculas entre paréntesis en la Tabla 8. Los resultados de estos análisis indican que la cobertura vegetal muerta (mulch), producida por el plátano (c.v. Dominicano Hartón), no tuvo efecto significativo sobre la producción de café en los años 2000 a 2002, ni en la producción media de las cuatro cosechas de café. En el año 2003, la aplicación del mulch de plátano influyó sobre la producción de café, siendo mayores las producciones en los cafetales con presencia del mulch. Robinson y Mitchel (20), afirman que con una dosis de residuos de banano de 30t/ha, aplicada como cobertura vegetal en café (*Coffea arabica*) de 20 años plantada a 2,5 x 2,5 m, los rendimientos aumentan en un 33% en los primeros 10 años, comparado con el

Figura 2. Promedio de la producción de cuatro cosechas de café (kg de cps/ha/año), en cafetales intercalados con plátano, en la Subestación Experimental La Catalina, en los años 2000 a 2003.



testigo e incrementándose esta producción en 63% en los 10 años siguientes; además, los niveles de N, Mg y K, así como los contenidos de agua en el suelo son mayores en suelos donde se aplica mulch de banano (22).

Efecto del intercalamiento de plátano sobre la producción de café. Las diferencias estadísticas de acuerdo con la prueba de comparación Tukey al 5%, se representan con letras minúsculas que acompañan los valores de los promedios en la Tabla 7. Los resultados de los análisis indican que en los años 2000 a 2002 y en la producción media de cuatro ciclos productivos, hubo efecto del intercalamiento de plátano sobre la producción de café, siendo mayores las producciones en el cafetal solo. En el año 2003 no hubo diferencias significativas en la producción de café debidas al intercalamiento de plátano.

La producción media del café sin intercalamiento de plátano fue 28,7% mayor que en el sistema café con plátano y el café sin fertilizar, en los dos casos; esta diferencia fue 25,2% más alta en el café sólo si se compara con el café con plátano y el café fertilizado en ambos casos (Figura 2). En África, Mitchel (17) y Robinson (19), encontraron que el crecimiento, la altura y el rendimiento del café (*Coffea arabica* y *C. robusta*), plantados a razón de 494 árboles/ha, son afectados por el intercalamiento de 988 plantas de plátano/ha.

Moreno y Hernández (18), determinaron que las distancias entre barreras de plátano para que no se afecte la producción de café deben ser de 16, 14, 14 y 12m, en las respectivas distancias de siembra del café de 1,0 x 1,0m, 1,5 x 1,5m, 2,0 x 1,0m y 2,0 x 2,0m. Machado (15), comparó la producción de café variedad Típica, bajo tres condiciones de sombrío, sombrío con

Tabla 7. Producción de café pergamino seco (kg/ha/año), en cafetales asociados con plátano en la Subestación Experimental La Catalina. Años 2000 a 2003.

Sistemas de cultivo			Años				Media
			2000	2001	2002	2003	
Café sin fertilización	Café solo	Sin mulch	1.681 A a (a)*	2.888 B a (a)	3.554 B a (a)	2.738 B a (b)	2.715.1 B a (a)
		Con mulch	1.500 A a (a)	2.800 B a (a)	4.136 B a (a)	3.568 B a (a)	3.000.8 B a (a)
	Café// Plátano	Sin mulch	834 A b (a)	1.740 B b (a)	2.454 B b (a)	2.483 B a (b)	1.877.8 B b (a)
		Con mulch	855 A b (a)	1.646 B b (a)	2.827 B b (a)	3.457 B a (a)	2.196.3 B b (a)
Café con fertilización	Café solo	Sin mulch	944 B a (a)	4.529 A a (a)	5.600 A a (a)	6.206 A a (b)	4.319.7 A a (a)
		Con mulch	1.237 B a (a)	4.963 A a (a)	5.967 A a (a)	6.619 A a (a)	4.696.2 A a (a)
	Café // Plátano	Sin mulch	890 B b (a)	3.099 A b (a)	3.876 A b (a)	5.385 A a (b)	3.312.4 A b (a)
		Con mulch	570 B b (a)	2.872 A b (a)	4.088 A b (a)	6.206 A a (a)	3.434.0 A b (a)

* Valores promedios con letras distintas en las columnas, indican diferencia estadística (Tukey al 5%).

Inga sp., con *Calliandria* sp. y plátano, y obtuvo que el promedio de la producción de café de 5 años bajo sombra de plátano fue superior (812kg de cps/ha) a la obtenida bajo sombrío de dos especies arbóreas (422kg de cps/ha y 965kg de cps/ha).

Efecto de la fertilización sobre la producción de café. Las diferencias estadísticas de acuerdo con la prueba de comparación Tukey al 5%, se representan con letras mayúsculas en la Tabla 6. Se observó que la fertilización tuvo un efecto significativo sobre la producción del café, tanto en los años de evaluación, 2001 a 2003, como en el promedio de la producción de los cuatro años estudiados.

El promedio de la producción de café sin fertilizar fue de 2.447,5kg de cps/ha y la de café con fertilización fue de 3.940,5kg de cps/ha; los resultados estadísticos permiten inferir que la fertilización incrementó la producción en un 61,0% (Figura 2).

Producción de plátano. En la Tabla 8, se presentan los resultados de la producción de plátano por cada ciclo productivo evaluado, intercalado con café fertilizado y sin fertilización

y, con y sin aplicación del mulch de plátano

Los análisis de varianza indican que los niveles de fertilización y de cobertura vegetal muerta aplicados al café no afectan la producción de plátano. El promedio de la producción por ciclo fluctuó entre 4,5 y 4,9t/ha, con 278 plantas de plátano/ha. La Corporación Colombia Internacional - CCI (8, 9), afirma que el promedio nacional de la producción de plátano en monocultivo es de 6,6t/ha y que el promedio en cultivos intercalados con café en los departamentos de Quindío, Risaralda y Caldas, es 8,2; 5,8 y 4,5t/ha, respectivamente. Cayón *et al.* (5), al evaluar la influencia de la interacción Densidad*Arreglo de siembra, indican producciones de 5,9t/ha con 1.500 plantas de plátano/ha.

Mitchel (17) y Robinson (19), observaron que el desarrollo y productividad del café se ven afectados por el intercalamiento de plátano, pero el rendimiento del plátano (988 plantas/ha), no se afecta por el intercalamiento o no de café. Finalmente, en estudios realizados por Moreno y Hernández (18), sobre el intercalamiento de barreras de plátano

Tabla 8. Producción de plátano durante cuatro ciclos de cosecha, asociado al café, en la Subestación Experimental La Catalina (Pereira, Risaralda).

Ciclos	Producción de plátano (t/ha)				Promedio por ciclo	c.v.
	Lote con café sin fertilización		Lote con café con fertilización			
	Sin mulch	Con mulch	Sin mulch	Con mulch		
1°	4,4 ab*	5,2 a	4,8 a	4,8 a	4,8	16,6
2°	3,3 b	4,5 a	5,0 a	5,1 a	4,5	15,5
3°	5,1 a	5,1 a	4,4 a	4,5 a	4,8	14,5
4°	5,0 a	5,2 a	4,7 a	4,6 a	4,9	19,0

* Registros de letras diferentes en las columnas, indican diferencias estadísticas según prueba Tukey al 5%

sobre la producción del café, observaron que el café no afectó el peso del racimo, ni el número de manos y dedos.

De los resultados obtenidos en el estudio debe destacarse la importancia de la fertilización en el café, dado que:

- Si se cultiva café a libre exposición ocurre un incremento en la producción del 57,0% como efecto de la aplicación de las dosis de fertilizante recomendado en el análisis de suelos.

- Si se cultiva el café con plátano intercalado se obtienen incrementos en la producción del 65,0% como respuesta del café a la aplicación del fertilizante.

- En el cultivo del café sin fertilización ocurrió una reducción del 28,0% en la producción como respuesta al intercalamiento de plátano, y en el café fertilizado se registró una reducción de la producción del 25,0% por efecto del intercalamiento de plátano.

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a los doctores Jaime Arcila Pulgarín y Argemiro M. Moreno B., de la Disciplina de Fitotecnia, por su asesoría y a los doctores Javier García A. y José Darío Arias C., anteriores jefes de la Subestación Experimental La Catalina, así como a los colaboradores de la misma Subestación.

LITERATURA CITADA

1. ARBELÁEZ, J. D. Conjunto de opciones tecnológicas para el manejo de plátano en zona cafetera. In: CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ – Cenicafé. CHINCHINA. COLOMBIA.

Manual sobre el cultivo del plátano. Chinchiná, Cenicafé - Comité Departamental de Cafeteros de Caldas, 1989. p. 148-175.

2. ARBELÁEZ, S. F. Importancia socioeconómica y sistemas de producción de plátano (*Musa* AAB, Simmonds) en Colombia. In: CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ – Cenicafé. CHINCHINA. COLOMBIA. Manual sobre el cultivo del plátano Chinchiná, Cenicafé - Comité Departamental de Cafeteros de Caldas, 1989. p.24-37.

3. ASOHOFrucOL. Cadena Productiva del Plátano, Estudio de Mercado del Plátano, Enero de 2005. Online Internet. Disponible en: <http://www.asohofrucol.com/archivosacuerdos/mercplatan.doc> (Consultado Marzo de 2005).

4. BELALCAZAR C., S. L. El cultivo del plátano (*Musa* AAB, Simmonds) en el trópico. Armenia, ICA, 1991. 376 p.

5. BRIGGS, L.; TWOMLOW S. J. Organic material flows within a smallholder highland farming system of South West Uganda. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 89 (3):191-212. 2002.

6. CAYON S., D. G.; VALENCIA M., J. A.; MORALES O., H. Desarrollo y producción del plátano Dominico Hartón (*Musa* AAB, Simmonds) en diferentes densidades y arreglos de siembra. *Agronomía Colombiana* 22 (1):18-22. 2004.

7. CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ – Cenicafé. CHINCHINÁ. COLOMBIA. Anuario meteorológico cafetero 2002. Chinchiná, Cenicafé, 2004. 536 p.

8. CORPORACIÓN COLOMBIA INTERNACIONAL – CCI. BOGOTÁ. COLOMBIA. Análisis de los componentes del precio Internacional de plátano fresco. Sistema de Inteligencia de Mercados – SIM. Precios Internacionales No. 47:1-4. 2004.

9. CORPORACIÓN COLOMBIA INTERNACIONAL – CCI. BOGOTÁ. COLOMBIA. Plátano. Sistema de Inteligencia de Mercados – SIM. Perfil de Producto No. 7:1-12. 2000.

10. CORPORACIÓN COLOMBIA INTERNACIONAL – CCI. BOGOTÁ. COLOMBIA. Acuerdo de competitividad de la cadena productiva del plátano en Colombia. Bogotá, CCI, 2000. 62 p.

11. FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA - FNC. BOGOTÁ. COLOMBIA. Como cultivar bien el plátano y el banano. Bogotá, FNC, 1966. 12 p. (Boletín de Extensión No. 56).
12. FLORES S., C.L.; VARGAS V., R. Descomposición de los residuos vegetales en suelos bajo cultivo intensivo de banano en la zona Atlántica de Costa Rica. In: REUNION de la Asociación para la Cooperación en Investigaciones Bananeras en el Caribe y en América Tropical - ACORBAT, 10. Villahermosa, Tabasco (México), Noviembre 3-8, 1991. Memorias. Chapingo, Universidad Autónoma de Chapingo-UARPPS-AAPPS-SARH, 1991. p. 51-58.
13. FLORES S., C.L.; VARGAS V., R. Liberación de nutrientes por los residuos vegetales en suelos bajo cultivo de banano en la zona Atlántica de Costa Rica. In: REUNION de la Asociación para la Cooperación en Investigaciones Bananeras en el Caribe y en América Tropical-ACORBAT, 10. Villahermosa, Tabasco (México), Noviembre 3-8, 1991. Memorias. Chapingo, Universidad Autónoma de Chapingo-UARPPS-AAPPS-SARH, 1991. p. 59-64.
14. JIMÉNEZ, A. E.; MARTÍNEZ, V. P. Estudios ecológicos del agroecosistema cafetalero. II. Producción de materia orgánica en diferentes tipos de cobertura. *Biótica* 4 (3):109-126. 1979.
15. MACHADO S., A. Estado actual de las investigaciones sobre el uso de sombra en cafetales. *Cenicafé* 10(1):5-51. 1959.
16. MACHADO S., A. Cálculo y comprobación de la bondad de los abonos para cultivos especiales. I. Plátano Dominicano (*Musa regia*). *Cenicafé* 3 (28):24-32. 1952.
17. MITCHELL, H.W. Results of a coffee and banana interplanting trial in Bukoka. In: TANGANYIKA COFFEE BOARD. COFFEE RESEARCH STATION. LYAMUNGU. TANZANIA. Research report 1963. Tanganyika, Coffee Research Station, 1965. p. 25-30.
18. MORENO B., A. M.; HERNÁNDEZ G., E. Estudio agroeconómico del sistema barreras de plátano (*Musa* sp.) grupo AAB intercaladas con café (*Coffea arabica*). In: CONGRESO de la Sociedad Colombiana de Fitomejoramiento y Producción de Cultivos, 8. Bogotá, Julio 2-5, 2003. Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, 2003. p. 69.
19. ROBINSON, J.B.D. The influence of interplanted bananas on arabica coffee yields. In: TANGANYIKA COFFEE BOARD. COFFEE RESEARCH STATION. LYAMUNGU. TANZANIA. Coffee Research Report 1961. Lyamungu (Tanganyika), Coffee Research and Experimental Station, 1962. p. 31-38.
20. ROBINSON, J.B.D.; MITCHELL, H.W. Studies on the effect of mulch and irrigation on root and stem development in *Coffea arabica* L. III. The effects of mulch and irrigation on yield. *Turrialba* 14 (1): 24-28. 1964.
21. RODRÍGUEZ S., A. Aspectos socioeconómicos del cultivo del plátano en Colombia. *Infomusa* 10(1)4-9. 2001.
22. SSALI, H.; MCINTYRE, B.D.; GOLD, C.S.; KASHAJA, I.N.; KIZITO, F. Effects of mulch and mineral fertilizer on crop, weevil and soil quality parameters in highland banana. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 65 (2):141-150. 2003.
23. STOVER, R.H. Biomass production, partitioning and yield determinants in bananas and plantains. In: La Cooperation Internationale Pour Une Recherche Efficace Sur Le Plantain Et Les Bananes, 3. Abidjan, mai 27-30, 1985. *Compte Rendu*. p. 40-45.
24. VARGAS V., R.; FLORES S., C.L. Retribución nutricional de los residuos de hojas, venas de hojas, pseudotallo y pinzote de banano (*Musa AAA*) en fincas de diferentes edades de cultivo. *CORBANA* 20 (44):33-47. 1995.