



Cultivos intercalados: Una alternativa para aumentar los ingresos y la sostenibilidad de cafetales

Para 2027, la comunidad cafetera enfrentará el reto de alcanzar el 100% de sostenibilidad en todos los procesos de la cadena de valor, desde la producción hasta el procesamiento y entrega final. El cumplimiento de este compromiso implica que los caficultores adopten cambios en su forma de producir, encaminados a lograr mayores beneficios económicos, sociales y ambientales (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2019).

Una de las prácticas mundialmente reconocidas para aumentar la sostenibilidad de los sistemas de producción es el intercalamiento (Vandermeer, 1989; Lithourgidis et al., 2011). Esta práctica en las fincas cafeteras se refiere a cultivar durante la fase de levante, otras especies de plantas en las calles del café, ya sea sembrados en surcos, como el maíz y el frijol, o en franjas como el plátano. El intercalamiento ha sido denominado por muchos autores como una práctica sostenible, que contribuye a la generación de múltiples bienes y servicios ecosistémicos como la captura de carbono, reducción de la erosión, conservación de la humedad del suelo, producción de biomasa y aumento de la diversidad de especies de insectos y organismos del suelo (Coolman & Hoyt, 1993).





Ciencia, tecnología
e innovación
para la caficultura
colombiana

Autores

Santiago Jaramillo Cardona

Investigador Científico II - Fitotecnia
<https://orcid.org/0000-0002-3342-995X>

Hugo Mauricio Salazar Echeverry

Investigador Científico II - Economía
<https://orcid.org/0000-0001-7812-7595>

Centro Nacional de Investigaciones
de Café - Cenicafe
Manizales, Caldas, Colombia

DOI (Digital Object Identifier)
<https://doi.org/10.38141/10779/0534>

Edición

Sandra Milena Marín López

Fotografías

Archivo Cenicafe

Diagramación

Óscar Jaime Loaiza Echeverri

Imprenta

ISSN-0120-0178

ISSN-2145-3691 (En línea)

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.

Manizales, Caldas, Colombia
Tel. (6) 8500707
A.A. 2427 Manizales
www.cenicafe.org

Adicional a los beneficios ecosistémicos, la práctica de sembrar cultivos intercalados en las calles del café permite obtener ingresos durante la etapa improductiva del café (18-24 meses), en la que los caficultores invierten recursos en mano de obra y capital para las labores de siembra del café, control de arvenses y aplicación de fertilizantes (Moreno, 2003; 2012). Otras contribuciones de la diversificación productiva al bienestar social de las comunidades cafeteras son: la generación de empleo rural, la seguridad alimentaria y el acceso a una mejor nutrición familiar.

A diferencia del monocultivo, al tener un sistema mixto en el que el café cohabita simultáneamente con otras especies, durante un tiempo, es necesario conocer las interacciones de competencia y facilitación que se dan entre plantas vecinas. Partiendo del hecho de que todas las especies de plantas compiten por los mismos recursos (espacio, luz, agua y nutrientes) es importante tener en cuenta que el cultivo principal es el café y que su producción no debe verse afectada por el cultivo intercalado, para lo cual se recomienda hacer un manejo agronómico independiente (Moreno, 2003).

Al sembrar otros cultivos en los espacios vacíos de los lotes de café, no se incurre en interacciones competitivas entre las dos especies. Esta condición fue demostrada por estudios adelantados por Cenicafe en los que se argumenta que cuando las plantas de café están pequeñas tienen muy poca interacción con plantas cercanas, lo que representa una competencia mínima durante el estado de establecimiento del cafetal (Mestre et al., 1989; Moreno, 2007).

Ancstralmente las plantas del género *Coffea* sp. crecían en el sotobosque rodeadas por otras especies acompañantes. Esta condición se asemeja al intercalamiento, en donde se modifica el microclima del cafetal y se provee un sombrío transitorio que protege los colinos de café de la radiación solar durante el día, de los vientos fríos durante la noche y de eventos climáticos extremos como lluvias fuertes, granizadas y vendavales.

Aportes a la sostenibilidad ambiental de las fincas cafeteras

Las mayores contribuciones de la práctica del intercalamiento se evidencian sobre los suelos cafeteros que, al tener un uso más sostenible con varios cultivos creciendo en el mismo terreno, aumentan su cobertura superficial y protegen su calidad al disminuir la degradación causada por la erosión. En el caso del maíz (*Zea mays*), sus raíces fibrosas y superficiales no sólo aumentan la estabilidad de los suelos al mejorar su estructura y porosidad, sino que, además, facilitan la distribución vertical de la lluvia en el perfil, aumentando la infiltración y la capacidad de almacenamiento del agua (Ghanbari, 2014). Posterior a la cosecha del cultivo intercalado, la hojarasca y otros residuos de cosecha actúan como una cobertura muerta que reduce la evaporación del agua superficial y conserva la humedad del suelo por más tiempo.

El intercalamiento mejora la fertilidad de los suelos cafeteros, ya que los residuos de cosecha de los cultivos intercalados son una excelente fuente de material orgánico que promueve el ciclaje de nutrientes mediado por los microorganismos que habitan la superficie del suelo. El frijol (*Phaseolus vulgaris*), por ejemplo, fija nitrógeno atmosférico

mediante la asociación simbiótica con la bacteria *Rhizobium phaseoli* y aumenta la movilidad de fósforo mediante la secreción radicular de ácidos orgánicos y de enzimas, que incrementan la disponibilidad de este nutriente en el suelo y mejoran la nutrición fosfórica de las plantas aledañas (Betencourt et al., 2012; Gunes et al., 2007).

Una medida de mitigación del calentamiento global que mejora la calidad del aire es la captura por parte de las plantas del carbono atmosférico y su posterior fijación al suelo en forma de carbono orgánico. A diferencia del monocultivo, los lotes de café con cultivos intercalados producen un mayor volumen de biomasa que captura y fija una mayor cantidad del carbono presente en los gases de efecto invernadero tales como el dióxido de carbono y el metano (Qingren et al., 2010).

Al intercalar otros cultivos en las calles del café, se promueve un entorno más diverso que modifica la composición de las especies de arvenses, la abundancia de microorganismos del suelo y la diversidad de insectos benéficos tales como depredadores y polinizadores. Otros beneficios relacionados con la modificación del microclima del cafetal tienen una marcada influencia sobre la dinámica biológica de algunos patógenos que afectan al café, como es el caso de la muerte descendente causada por *Phoma* sp. cuya incidencia se reduce al asociar el café con un sombrío transitorio como el maíz, en zonas de vientos fríos (Gil-Vallejo et al., 2000).

Contribuciones a los ingresos de las fincas cafeteras

La rentabilidad es un factor determinante para el caficultor al momento de tomar la decisión de establecer cultivos intercalados en las calles del cafetal, ya que su principal interés es tener un flujo positivo de ingresos adicionales, sin que se afecte la productividad del café. Otros factores que influyen en la adopción de la práctica de intercalamiento están relacionados con la disponibilidad de capital, los rendimientos alcanzables, los costos de producción, la facilidad de comercialización, el precio de venta y los riesgos asociados a la producción de nuevos cultivos.

Después de realizar una siembra nueva o una renovación por siembra o por zoca, los cultivos intercalados representan una buena opción para reducir los costos de establecimiento del cafetal pues, al tener un ciclo corto como el del maíz de 145 días y del frijol de 90 días de siembra hasta

cosecha, ofrecen un rápido retorno económico de la inversión y aumentan la eficiencia de la mano de obra al compartir labores que benefician a ambos cultivos.

En lo que se refiere a la intensidad de la producción de los cultivos intercalados, las investigaciones de Cenicafé han demostrado que es factible sembrar hasta dos ciclos de maíz y hasta tres de frijol durante la etapa de levante sin que se afecte la producción de café (Mestre et al., 1989; Moreno, 2005). Esta alternativa fortalece la economía de las familias cafeteras siempre y cuando se obtengan producciones competitivas que garanticen la obtención de ingresos adicionales a través del tiempo.

Contribuciones a la seguridad alimentaria y a la nutrición de las familias cafeteras

Debido a su consumo masivo e importancia en la dieta, el maíz y el frijol son cultivos tradicionalmente promovidos por la FNC como productos esenciales para la seguridad alimentaria y la nutrición de las familias cafeteras. En Colombia, el maíz contribuye con el 9% del suministro diario de carbohidratos con un consumo anual por persona de 30 kg (CIMMYT-CIAT, 2019); mientras que el frijol es la principal fuente de proteína vegetal con un consumo anual de 3,7 kg por persona.

Otro factor determinante para lograr una dieta sana y diversificada de las familias cafeteras se fundamenta en la promoción y adopción de nuevas semillas de maíz y frijol con mayor calidad nutricional. Estos nuevos materiales desarrollados de manera natural mediante un proceso denominado biofortificación, presentan mayores contenidos de micronutrientes esenciales como hierro y zinc. Es así como en el 2019, la FNC en convenio con el CIMMYT y HarvestPlus liberaron el primer híbrido de maíz biofortificado con zinc (SGBIOH2), adaptado a condiciones de zona cafetera, el cual además de tener un excelente desempeño agronómico y un alto potencial de rendimiento, contiene 28% más zinc que los maíces regulares.

Estructura de costos y descripción de los ingresos obtenidos con cultivos intercalados con café

Para conocer los ingresos percibidos en el ejercicio de sembrar maíz o frijol en las calles del cultivo de café durante la etapa de levante, se construyó la estructura de costos considerando

Cultivo de maíz híbrido biofertilizado intercalado con café

la inversión en mano de obra, insumos y equipos; se estimó la productividad para maíz y frijol, y se registraron los rangos de precio de venta de ambos productos en diferentes escenarios de mercado, durante 2020. En el análisis fueron calculados: los costos de producción en función del rendimiento obtenido, el costo unitario, que permitió establecer el margen de contribución por kilogramo producido según el precio de venta, así mismo el punto de equilibrio, volumen y la utilidad neta por hectárea.

Los cálculos se realizaron con base en los datos de productividad expresados por los nuevos materiales de maíz y frijol recientemente evaluados por Cenicafé. Para el caso de maíz se analizó el híbrido SGBIOH2 que presenta un potencial productivo en zona cafetera, superior a 10.000 kg ha⁻¹ al 14% de humedad; mientras para el caso del frijol se evaluó la variedad BIO101 desarrollada por CIAT-HarvestPlus, con un potencial productivo superior a 1.500 kg ha⁻¹ al 19% de humedad.

El costo total por hectárea establecido para una producción de 8.000 kg ha⁻¹, obtenido con una densidad promedio de 55.000 plantas/ha, fue de \$5.249.621, en donde el 62,5% (\$3.279.667) corresponde a la mano de obra invertida (78,1 jornales/ha) en las diferentes labores agronómicas del cultivo y labores de cosecha y poscosecha (Tabla 1) y el 37,5% corresponde a los insumos (\$1.959.954) representados en semilla certificada, fertilizantes, agroquímicos, empaques y flete (Tabla 2). Para realizar los cálculos se trabajó con un valor de \$42.000/jornal y se observaron los precios de los insumos SIPSA de diciembre de 2020, en la Figura 1 se aprecia la estructura de costos.

Al dividir el costo total (\$5.249.621) sobre la producción (8.000 kg) se obtuvo que el costo unitario por kilogramo de maíz blanco producido fue de \$656.

Tabla 1. Costos de mano de obra requerida para una hectárea de maíz híbrido intercalado con café (2020).

Mano de obra	Costo	Unidad	Cantidad/ha	Valor Total
Preparación del terreno	\$ 42.000	Jornal	4	\$ 168.000
Siembra	\$ 42.000	Jornal	7	\$ 294.000
Control de arvenses	\$ 42.000	Jornal	9	\$ 378.000
Fertilización	\$ 42.000	Jornal	7	\$ 294.000
Embolsado (control de loras)	\$ 42.000	Jornal	2,5	\$ 105.000
Recolección	\$ 85	kg	10.667	\$ 906.667
Beneficio: desgranado+secado+empaque	\$ 42.000	Jornal	27,0	\$ 1.134.000
				\$ 3.279.667

Tabla 2. Costos de insumos requeridos para una hectárea de maíz híbrido intercalado con café (2020).

Insumo	Costo	Unidad	Cantidad/ha	Valor Total
Semilla	\$ 18.000	kg	20	\$ 360.000
Fertilizante	\$ 83.211	Saco	14	\$ 1.164.954
Empaque	\$ 320	Estopas	200	\$ 64.000
Insecticida	\$ 7.000	kg	3	\$ 21.000
Herbicida	\$ 20.000	L	4	\$ 80.000
Flete	\$ 35	kg	8.000	\$ 280.000
Beneficio: desgranado+secado+empaque	\$ 42.000	Jornal	27,0	\$ 1.134.000
				\$ 1.969.954

Teniendo en cuenta que los precios del maíz blanco para 2020 fluctuaron entre \$950 y \$1.250 por kilogramo, para el análisis se tomó como referencia un precio promedio de venta de \$1.100/kg que al descontar los costos de \$656/kg para el nivel de productividad mencionado de 8.000 kg/ha, genera un margen de contribución por kilogramo de \$444, es decir, la utilidad aproximada por hectárea es del orden de \$3.550.379 en 145 días de cultivo.

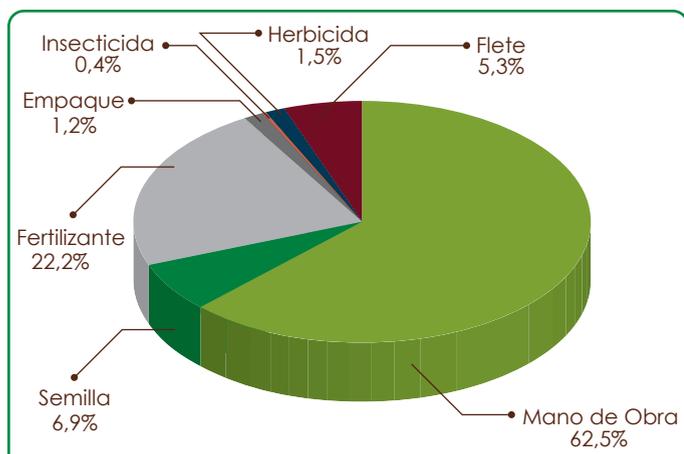


Figura 1. Estructura de costos del maíz híbrido intercalado con café (2020).

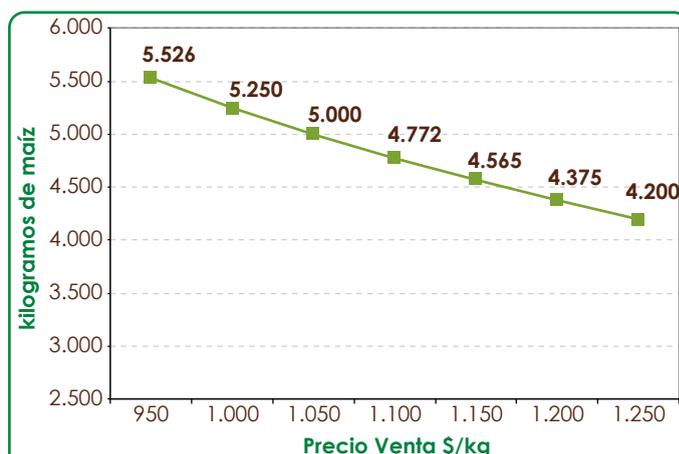


Figura 2. Punto de equilibrio volumen de acuerdo al precio de venta para el maíz híbrido intercalado con café.

El punto de equilibrio para el volumen equivalente a la cantidad de maíz blanco producida, necesaria para cubrir los costos de producción de \$5.249.621, tomando un precio de venta de \$1.100/kg, fue de 4.772 kg ha⁻¹ de maíz, es decir que con 8.000 kg ha⁻¹ de productividad, 3.228 kg ha⁻¹ de maíz multiplicados por su precio de mercado constituyen la utilidad de esa siembra. En la Figura 2 se puede apreciar que a medida que aumenta el precio de venta en el mercado, se requiere una cantidad menor de maíz para cubrir los costos, aumentando el margen de contribución por unidad producida y, por lo tanto, la utilidad.

Cultivo de frijón biofortificado intercalado con café

El costo total por hectárea calculado para una producción de 1.200 kg fue \$4.217.268, el 64,9% corresponde a la mano de obra invertida en las labores agronómicas del cultivo, la cosecha y el beneficio (\$2.730.000), representada por 65 jornales/ha a un precio de \$42.000/jornal (Tabla 3) y el 35,1% corresponde a los insumos (\$1.487.268) relacionados en la Tabla 4 y compuestos principalmente por semilla

certificada, fertilizantes, agroquímicos, empaques y flete, calculados con precios SIPSA de diciembre de 2020, la Figura 3 presenta la estructura de costos.

El costo unitario por kilogramo de frijón producido fue de \$3.514, los precios del frijón para 2020 fluctuaron entre \$5.000 y \$9.000 por kilogramo, para el análisis se tomó como referencia un precio promedio de venta de \$5.300/kg, estimando un margen de contribución por kilogramo de \$1.786. El punto de equilibrio definido como la producción de frijón necesaria para cubrir los costos de producción de \$4.217.268, tomando un precio de venta de \$5.300/kg fue de 796 kg ha⁻¹ de frijón, la diferencia (404 kg ha⁻¹ de frijón) multiplicada por su precio de venta representaría la utilidad (\$2.141.200) del ejercicio productivo (Figura 4).

Es importante resaltar que los principios de la estrategia Mas Agronomía, Más Productividad, Más Calidad aplicados en los sistemas de producción de café, son válidos en los cultivos intercalados de maíz y frijón, las labores agronómicas deben realizarse oportunamente para garantizar la expresión de todo su potencial productivo. En la Figura 5 es posible observar el comportamiento de los costos de producción y los

Tabla 3. Costos de mano de obra requerida para una hectárea de frijol arbustivo intercalado con café (2020).

Mano de obra	Costo	Unidad	Cantidad/ha	Valor Total
Preparación terreno	\$ 42.000	Jornal	10	\$ 420.000
Siembra	\$ 42.000	Jornal	12	\$ 504.000
Control de arvenses	\$ 42.000	Jornal	10	\$ 420.000
Fertilización	\$ 42.000	Jornal	4	\$ 168.000
Manejo plagas y enfermedades	\$ 42.000	Jornal	4	\$ 168.000
Recolección - Beneficio	\$ 42.000	Jornal	25,0	\$ 1.050.000
Beneficio: desgranado+secado+empaque	\$ 42.000	Jornal	27,0	\$ 1.134.000
				\$ 2.730.000

Tabla 4. Costos de insumos requeridos para una hectárea de frijol arbustivo intercalado con café (2020).

Insumo	Costo	Unidad	Cantidad/ha	Valor Total
Semilla	\$ 16.000	kg	50	\$ 800.000
Fertilizante	\$ 82.542	Saco	4	\$ 330.168
Empaque	\$ 320	Estopas	30	\$ 9.600
Insecticida	\$ 51.000	kg	2	\$ 76.500
Biológicos	\$ 84.000	L	1	\$ 84.000
Fungicida	\$ 29.000	L	2	\$ 58.000
Herbicida	\$ 29.000	L	3	\$ 87.000
Flete	35	kg	1.200	\$ 42.000
				\$ 1.487.268

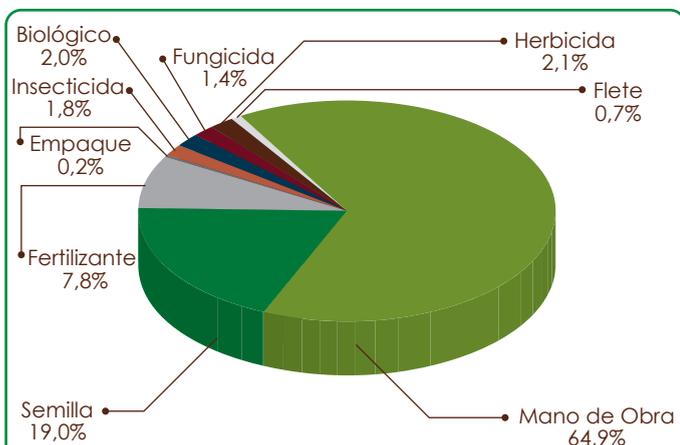


Figura 3. Estructura de costos de producción para una hectárea de frijol arbustivo intercalado con café (2020).

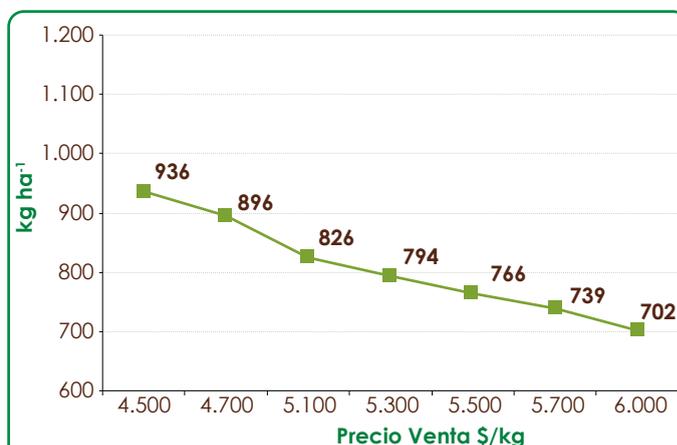


Figura 4. Punto de equilibrio volumen de acuerdo al precio de venta para el frijol arbustivo intercalado con café.

ingresos con diferentes niveles de productividad a un precio de venta intermedio.

El comportamiento de los costos de producción para los diferentes niveles de productividad es similar, la diferencia está representada en los costos variables de recolección y beneficio en los que se incurre con las mayores productividades; las labores agronómicas y el valor de los insumos son similares, de esta manera

el costo unitario observa una relación inversa con la productividad, a mayor productividad menor es el costo del kilogramo de maíz y/o frijol producido. La línea de ingresos presenta una mayor pendiente con el mismo precio de venta para todos los niveles de productividad, el margen de contribución por kilogramo es menor en los niveles más bajos de productividad, situación que explica la diferencia en la utilidad por hectárea entre los diferentes rendimientos.

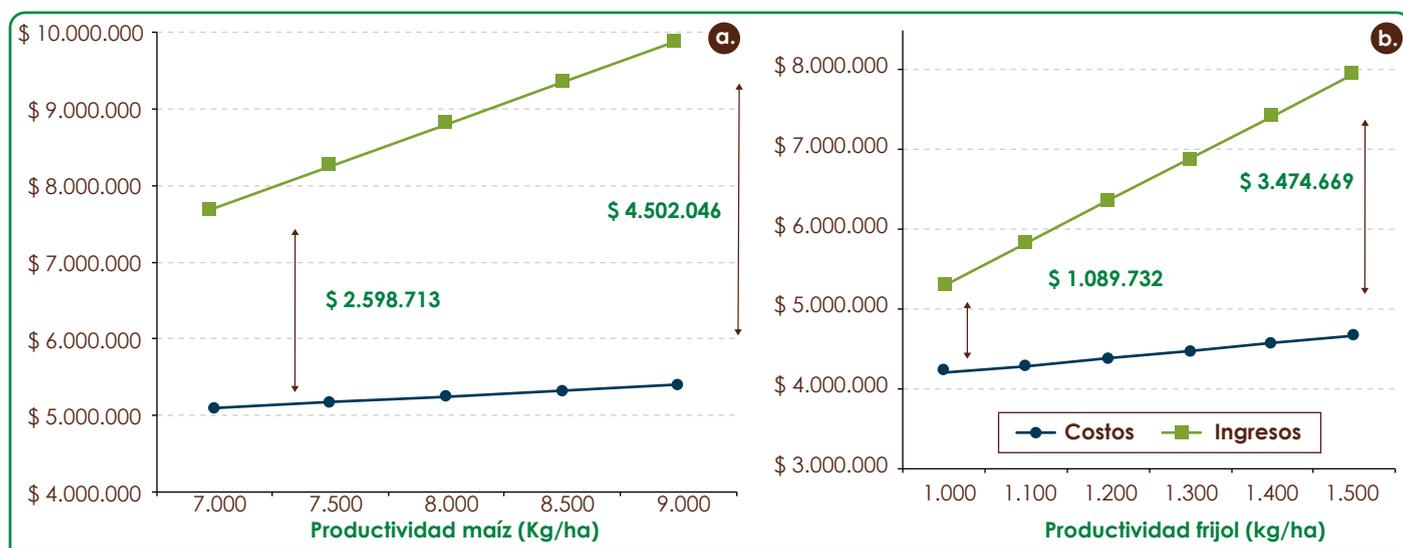


Figura 5. Comportamiento de los costos de producción y los ingresos con diferentes niveles de productividad de **a.** maíz híbrido y **b.** frijol arbustivo intercalados con café, a un precio de venta intermedio.

“

El maíz y el frijol han sido promovidos históricamente por la Federación Nacional de Cafeteros como los cultivos intercalados por excelencia, debido a que se adaptan muy bien a las condiciones propias de las regiones cafeteras y a que los productores están muy familiarizados con su manejo y comercialización; además, son productos de alto consumo importantes para la dieta y nutrición de las familias cafeteras.

”

Factores clave del manejo de los cultivos intercalados

1. El café siempre es el cultivo principal
2. Realice un manejo agronómico independiente a cada cultivo
3. Utilice semillas mejoradas
4. Siembre a chuzo al inicio de la época de lluvias (consulte el portal agroclima.cenicafe.org)
5. Realice el manejo integrado de arvenses para evitar la competencia y reducir la erosión
6. Sea oportuno en las labores agronómicas para obtener una alta productividad
7. Siga las recomendaciones del Extensionista en su municipio

Señor caficultor

Intercalar cultivos de maíz y/o frijol en los sistemas de producción de café en levante, con prácticas agronómicas independientes, permite obtener altas productividades de estos cultivos transitorios y, por lo tanto, la generación de ingresos adicionales.



Literatura citada

- Betencourt, E., Duputel, M., Colomb, B., Desclaux, D., Hinsinger, P. (2012). Intercropping promotes the ability of durum wheat and chickpea to increase rhizosphere phosphorus availability in low P soil. *Soil Biol. Biochem.* 46: 21–33. 10.1016/j.soilbio.2011.11.015.
- CIMMYT (Centro Internacional de mejoramiento de Maíz y Trigo), CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). (2019). Maíz para Colombia Visión 2030. <https://hdl.handle.net/10883/20218>
- Coolman, R.M. and Hoyt, G. D. (1993). Increasing Sustainability by Intercropping. *Hort Technology*, 3: 309-311.
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (2019). Informe del Gerente al Congreso Nacional de Cafeteros. Bogotá (Colombia). 87° Congreso nacional de Cafeteros Disponible en www.federaciondefcafeteros.org
- Ghanbari, A., Dahmardeh, M., Siahars, B.A. and Ramroudi, M. (2010). Effect of maize (*Zea mays* L.) - cowpea (*Vigna unguiculata* L.) intercropping on light distribution, soil temperature and soil moisture in and environment. *J. Food Agr. Environ*, 8: 102-108.
- Gil-Vallejo, L. F., Leguizamón-Caycedo, J. E. (2000). La muerte descendente del cafeto (*Phoma spp*). *Avances técnicos Cenicafé*, 278.
- Granada, D., Moreno, A. M.; García, A. J. (2007). Estudio del sistema de producción frijol relevo maíz, intercalado en zocas de café. *Revista Cenicafé*, 58 (2):111-121.
- Gunes, A., Bagci, E.G., Inal, A. (2007). Interspecific facilitative root interactions and rhizosphere effects on phosphorous and iron nutrition between mixed grown chickpea and barley. *Journal of Plant Nutrition*, 30: 1255-1469.
- Lithourgidis, A. S., Dordas, C. A., Damalas, C. A., Vlachostergios, D. N. (2011). Annual intercrops: an alternative pathway for sustainable agriculture. *Australian Journal of Crop Science*, 5: 396-410.
- Mestre, M. A., Salazar A. J. N. (1989). Efecto de la intercalación de maíz y frijol, sobre la producción de café en las dos primeras cosechas. *Revista Cenicafé*, 40 (4): 97-100.
- Moreno B., A.M. (2003). Efecto del manejo integrado de arvenses y el intercalamiento de cultivos semestrales en rotación sobre la productividad del café (*Coffea arabica* L.). *Fitotecnia Colombiana*, 3, 2: 52-58.
- Moreno B., A.M. (2007). Productividad de café en sistemas intercalados. Sistemas de producción de café en Colombia. *Cenicafé*. Capítulo 11, pp. 256-274.
- Moreno B., A.M. (2005). Productividad de zocas de café con rotación de cultivos semestrales, con y sin manejo de arvenses. *Revista Cenicafé*, 56, (3): 281-289.
- Moreno B., A.M. (2012). Reduzca los costos en el establecimiento del café: Intercale cultivos transitorios. *Avances técnicos Cenicafé*, 419.
- Qingren., W.; Yuncong., L.; Ashok., A. (2010). Cropping systems to improve carbon sequestration for mitigation of climate change. *Journal of environmental protection*. 1: 207-215.
- Vandermeer, J. (1989). The Ecology of Intercropping. Cambridge University Press, Cambridge, UK. p 237
- Zhang F, Li L. (2003). Using competitive and facilitative interactions in intercropping systems enhances crop productivity and nutrient use efficiency. *Plant and Soil*, 248: 305-312.

