



MATERIALES Y MÉTODOS

MATERIALES Y METODOS

Para determinar el efecto del sombrío sobre las propiedades del suelo se seleccionaron cafetales a libre exposición y con sombrío de guamo, en lotes cercanos entre sí, en ocho localidades de la zona cafetera colombiana (Tabla 1).

Los lotes de evaluación de cafetales con sombrío estaban sembrados con la variedad de café Caturra o Colombia, aunque también se encontraron variedades Típica y Borbón. La edad de los cafetales con sombrío de guamo varió entre 8 y más de 20 años, y en su mayoría no tenían distancias de siembra uniformes entre los árboles de sombra. En general, el manejo de los cafetales se limitaba a podas y desyerbas ocasionales y una fertilización no basada en análisis de suelos.

Los lotes de cafetales a libre exposición por lo general, tenían más de 10 años bajo este sistema, estaban sembrados con las variedades Colombia o Caturra y en densidades de siembra entre 7.000 y 10.000 plantas

por hectárea. El manejo de estos cultivos era intensivo, con aplicación de herbicidas o manejo integrado de arvenses, planes de fertilización con dosis más altas que en cultivos bajo sombra, y control químico de plagas y enfermedades.

Dentro de cada uno de los cultivos, se eligieron tres puntos al azar en los que se recolectaron muestras de suelo en las siguientes profundidades: 0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm, 15-20 cm, 20-30 cm y 30-40 cm. Además, se midieron la resistencia a la penetración como indicador de la compactación, y la temperatura.

Los datos fueron sometidos a un análisis de estadística descriptiva para explicar su comportamiento a escala general y por profundidad; los promedios generales de los dos agroecosistemas, resultado de las ocho unidades y seis profundidades, se compararon mediante la prueba de diferencia mínima significativa (D.M.S.) al 5%.

Tabla 1. Ubicación de unidades de suelo estudiadas.

Unidad de Suelo	Departamento	Municipio	Vereda	Finca
Suroeste	Antioquia	Fredonia	Murrupal	Mi Granjita
Chinchiná	Caldas	Chinchiná	La Quebra	Naranjal
Timbío	Cauca	El Tambo	San Joaquín	José María Ocampo - Calambas
Guadalupe	Huila	Pitalito	Palmar del Criollo	Buenavista
Montenegro	Quindío	Buenavista	Río Verde	Paraguaicito
San Simón	Tolima	Ibagué	Perico	El Reposo - Bellavista
Fondesa	Valle	El Cairo	Albán	Granja Albán
200	Valle	Dagua	La Virgen	La casona de mis viejos

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron efectos benéficos de la asociación del cafetal con guamo sobre las características del suelo, básicamente como resultado del incremento en la materia orgánica estable. El efecto fue más notorio sobre las características físicas del suelo, aunque también repercutió sobre algunas de tipo químico.

La comparación de los promedios de las seis profundidades y las ocho unidades de suelos evaluadas para los cafetales a libre exposición solar y bajo sombra, mostró

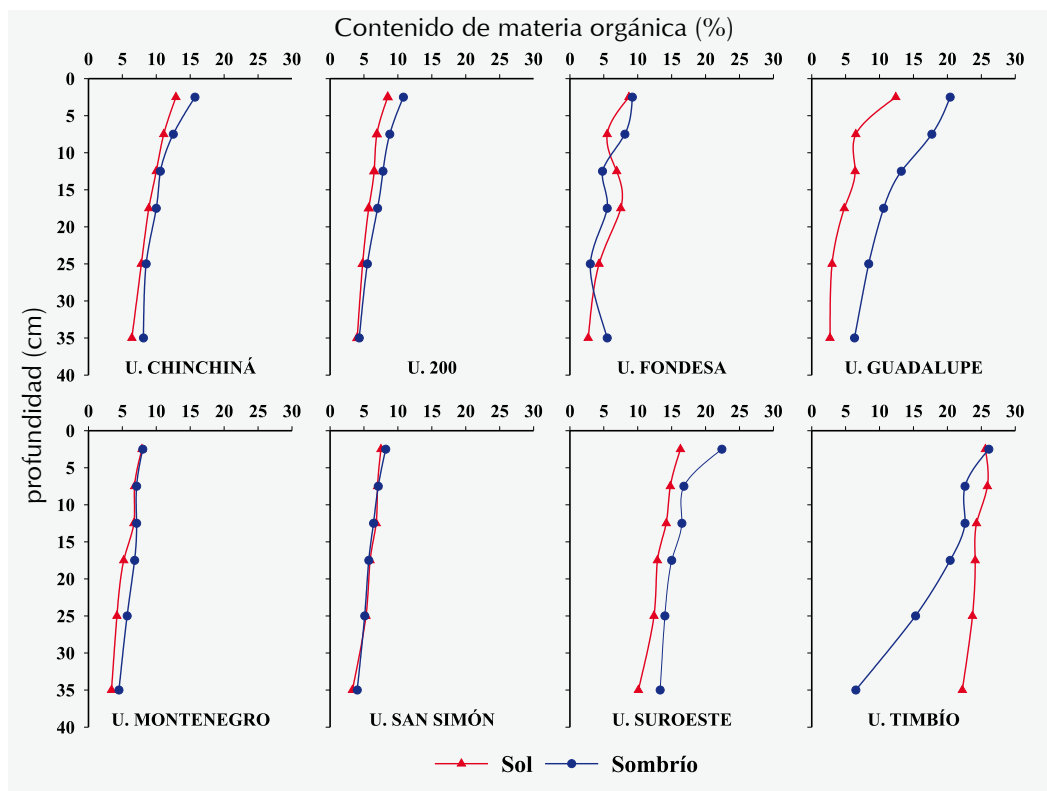
diferencias estadísticas para las características físicas consignadas en la Tabla 2.

La materia orgánica no mostró diferencia en la comparación general. El mayor contenido de MO siempre se encontró en los primeros centímetros del suelo (Figura 1), y fue allí donde se observaron las mayores diferencias en las propiedades que son afectadas directamente por la presencia de ésta (densidad aparente, porosidad total y humedad).

Tabla 2. Comparación general de propiedades físicas entre los cafetales con sombrío y a libre exposición solar.

Característica	Agroecosistema			
	Café bajo sombra		Café al sol	
	Media	CV (%)	Media	CV (%)
Temperatura (°C)	20,65 B*	6,15	21,26 A	5,46
Porosidad total (%)	66,03 A	12,13	61,35 B	13,35
Densidad aparente (g/cm ³)	0,83 B	30,01	0,96 A	27,70
Humedad gravimétrica (%)	55,46 A	42,52	45,42 B	47,28
Resistencia a la penetración (kg/cm ²)	1,69 B	54,37	2,56 A	39,72

*Letras distintas indican diferencia estadística entre promedios, según prueba de D.M.S. al 5%.



La densidad aparente y la resistencia a la penetración mostraron una tendencia a aumentar con la profundidad y sus valores fueron mayores en cafetales al sol. Por el contrario, la porosidad total disminuyó a través del perfil y los mayores promedios se encontraron en cafetales con sombra (Figuras 2, 3 y 4). Lo anterior indica que los suelos de los cafetales al sol estaban más compactados. La resistencia a la penetración no pudo evaluarse en la unidad Suroeste, razón por la cual en la gráfica correspondiente a dicha propiedad sólo aparecen siete localidades.

Arcila (1) y Schroth et al. (10), afirman que la densidad aparente y el espacio poroso son propiedades importantes para el desarrollo y distribución de las raíces, por tanto, este órgano de la planta puede verse afectado si la densidad aparente de los suelos aumenta y el porcentaje

de poros se reduce, tal y como sucedió en los cultivos a plena exposición solar. El mal desarrollo radical puede causar problemas de anclaje, alta incidencia de mancha de hierro y cosechas de mala calidad, entre otros (1).

La humedad del suelo fue mayor en todas las profundidades de los cafetales con sombrío en tres localidades, así como en los primeros 5 cm de otras dos unidades de suelo (Figura 5). Aunque puede presentarse competencia por agua entre el sombrío y el café, los árboles de guamo realizan una regulación hídrica benéfica para el cultivo; además, estos toman agua de profundidades superiores a 1,5 m, hasta donde llegan sus raíces, mientras que las del café se concentran en un 90% en los primeros 30 cm (6). De otro lado, la capa de hojarasca sobre el suelo y la menor temperatura protegen de la deshidratación al sistema radical de los cafetos (2).

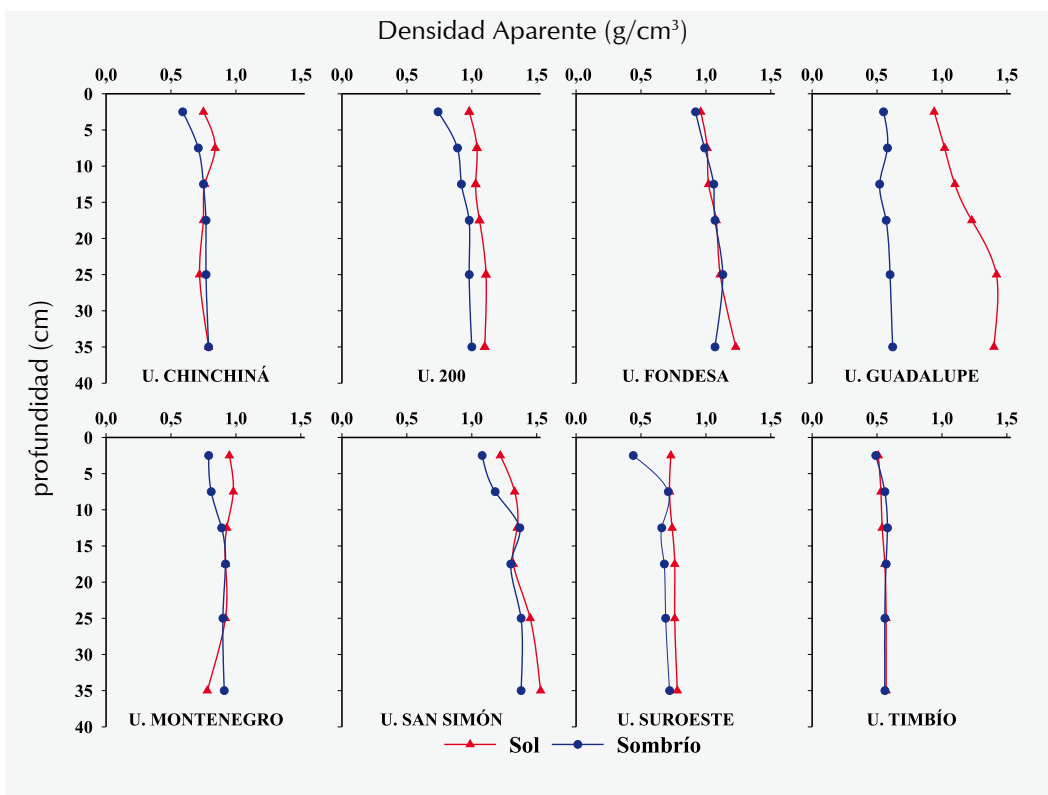


Figura 2. Tendencia de la densidad aparente (g/cm^3) a diferentes profundidades, en las ocho unidades de suelo evaluadas en la zona cafetera colombiana.



En regiones con deficiencias hídricas severas como Tibacuy (Cundinamarca), Dolores (Tolima) o la zona cafetera del norte del país, Pueblo Bello (Cesar) y Chi-

nácota (Norte de Santander) (8), el sombrío puede proporcionar las ventajas descritas, evitando la ocurrencia de estrés hídrico en el café.

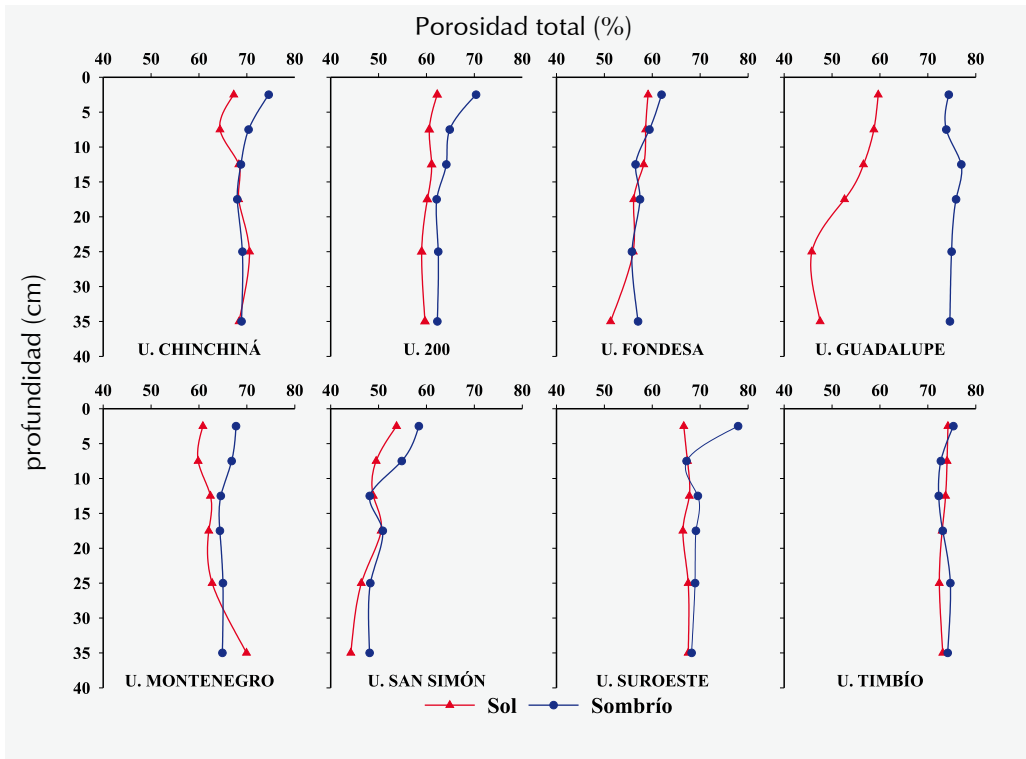


Figura 3. Porcentaje de porosidad total a diferentes profundidades, en las ocho unidades de suelo evaluadas en la zona cafetera colombiana.

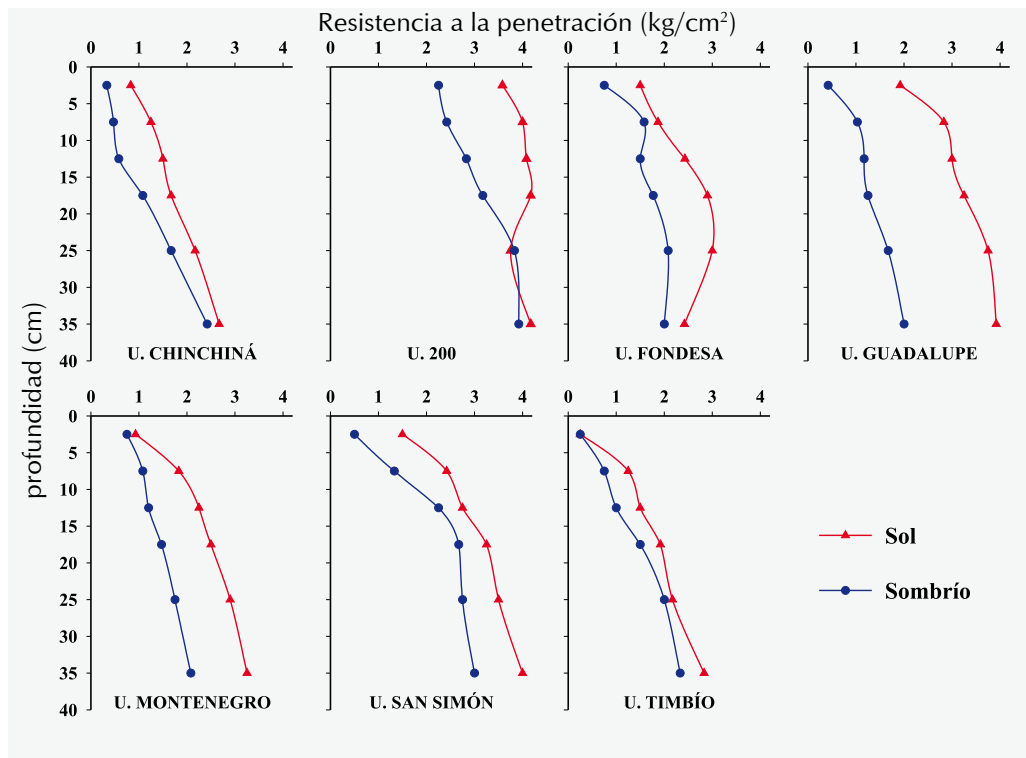


Figura 4. Tendencia de la resistencia a la penetración (kg/cm^2) a diferentes profundidades, en siete unidades de suelo evaluadas en la zona cafetera colombiana.

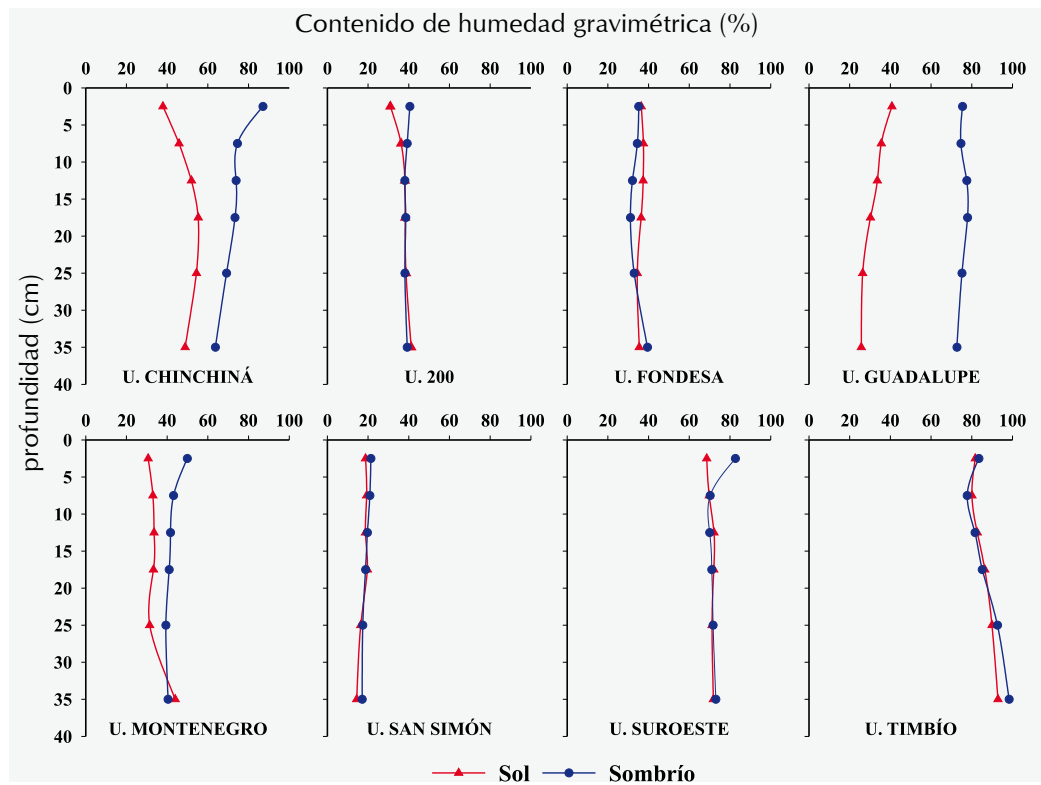


Figura 5. Porcentaje de humedad gravimétrica a diferentes profundidades, en las ocho unidades de suelo evaluadas de la zona cafetera colombiana.

Los suelos de cafetales a libre exposición presentaron la mayor temperatura y no se observaron variaciones relevantes a través del perfil (Figura 6), resultados correspondientes a la evaluación de seis unidades. Los menores valores de esta variable en cafetales con sombrío de guamo se atribuyen según Rao et al.(9), a la menor radiación solar y velocidad del viento, sumados al aumento de la humedad en el ambiente, que producen los árboles de sombra; estos fenómenos hacen que se disminuya la demanda de agua de los cultivos y la evaporación del suelo. Lo anterior explica en parte el mayor contenido de humedad encontrado en los cafetales con guamo.

La Tabla 3 contiene las características químicas que mostraron comportamientos más relevantes entre cafetales con sombra y a libre exposición solar.

Sólo se encontraron diferencias estadísticas en los contenidos de potasio y azufre, siendo mayores en cafetales al sol, lo que debió estar relacionado con los planes de fertilización más intensivos en estos cultivos, específicamente en el caso del primer elemento.

El contenido de sodio fue mayor en los suelos con sombrío, pero en ambos casos los valores no fueron relevantes.

Aunque el nitrógeno y la capacidad de intercambio catiónico no presentaron diferencia estadística, descriptivamente sus promedios fueron mayores bajo sombrío.

El efecto del sombrío no fue igual en todas las unidades de suelo, como se observa en el caso particular de Timbío. En esta localidad, el cultivo con guamo se estableció en un lote con propiedades físicas de suelo poco adecuadas para el cultivo del café y bajos contenidos de materia orgánica, razón por la cual se recurrió al sombrío para favorecer el crecimiento y desarrollo del café. Transcurridos 20 años, el contenido de materia orgánica en los primeros 15 cm del lote con guamo resultó similar al de libre exposición que presenta altos valores, característicos de la unidad.

Por último, debe señalarse el papel del sombrío en la disminución de la pérdida de suelo, conservando así la capa productiva, tal como lo registra Bermúdez (4), quien comparó la pérdida de suelo en cafetales a libre exposición y bajo sombrío de *Erythrina poeppigiana*, encontrando valores de 336 y 59 kg/ha/año, respectivamente.

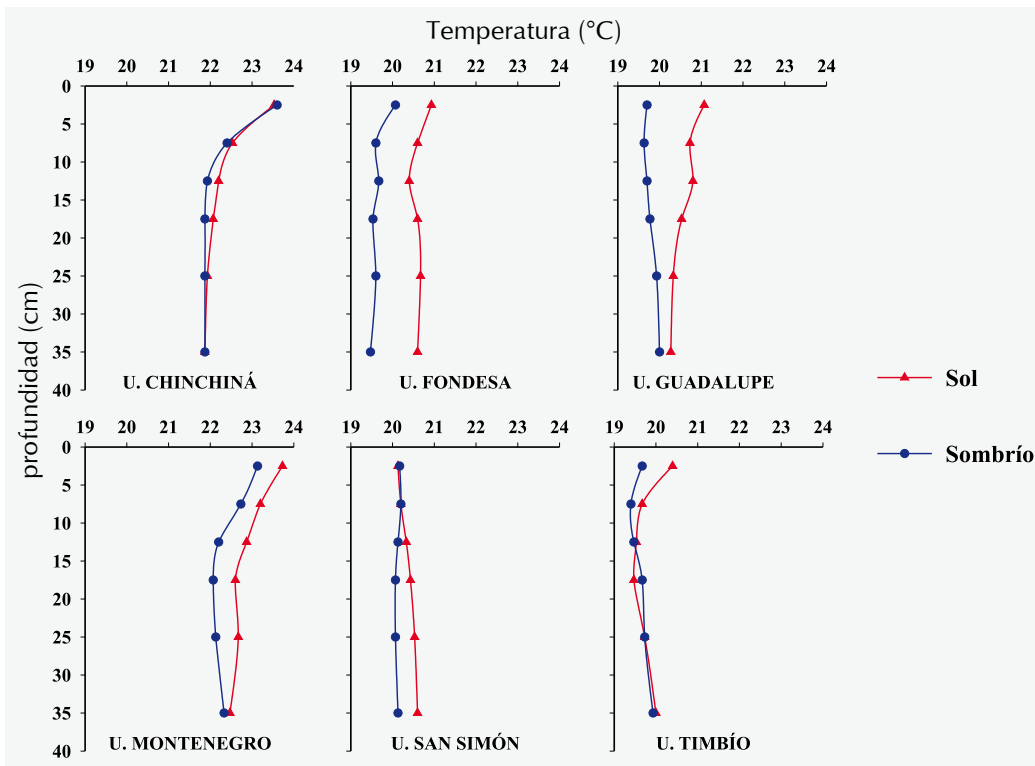


Figura 6. Tendencia de la temperatura (°C) a diferentes profundidades, en seis unidades de suelo de la zona cafetera colombiana.

Tabla 3. Comparación general de propiedades químicas entre agroecosistemas.

Característica	Agroecosistema			
	Café bajo sombra		Café al sol	
	Media	CV (%)	Media	CV (%)
Potasio (cmol _c .kg ⁻¹)	0,26 B*	87,42	0,38 A	81,62
Azufre (mg.kg ⁻¹)	5,99 B	80,72	9,44 A	95,38
Sodio (cmol _c .kg ⁻¹)	0,028 A	56,38	0,022 B	48,50
Nitrógeno (%)	0,42 A	53,20	0,37 A	65,69
CIC (cmolc.kg ⁻¹)	21,42 A	31,89	18,79 A	36,92

*Letras distintas indican diferencia estadística entre promedios, según prueba de D.M.S. al 5%

CONSIDERACIONES

CONSIDERACIONES

- El incremento de la materia orgánica estable del suelo en cafetales con sombrío de guamo se traduce en un mejoramiento de las características de éste, especialmente mayor humedad y porosidad total, y menores valores de compactación, densidad aparente y temperatura, que favorecen el desarrollo del café.
- El efecto del sombrío no es igual en los distintos suelos; por tanto, debe prestarse mucha atención al momento de establecer el cultivo y tomar la decisión de usar o no sombra, para lo cual deben tenerse en cuenta los criterios mencionados en torno a las características del suelo y las condiciones climáticas.
- El mejoramiento de las propiedades del suelo es un proceso a mediano y largo plazo, y sus efectos son más notorios en las capas superficiales.
- Aunque el sombrío puede no tener un efecto significativo sobre las propiedades del suelo en todas las localidades, el uso de éste es indispensable en algunas de ellas, debido a limitantes climáticas, como en el caso de El Cairo (Valle).

AGRADECIMIENTOS

AGRADECIMIENTOS

- Los autores expresan su agradecimiento a las personas y entidades que brindaron su apoyo y colaboración para la realización de este estudio, especialmente:
- A los caficultores que facilitaron sus predios para la toma de las muestras.
- A los Ingenieros Celso Arboleda, John Wilson Mejía, Juan Carlos García y Carlos Rodrigo Solarte, jefes de las Estaciones Experimentales Naranjal, El Rosario, Paraguaicito y El Tambo, respectivamente. Al técnico Diego Castaño, adscrito a la granja Albán en El Cairo, Valle.
- A los Ingenieros Héctor Fabio Quesada, Ricardo Calderón, Luis Ever Rodríguez y Jairo Ramírez, pertenecientes a los Comités Municipales de Cafeteros de Cartago, Pitalito, Ibagué y Dagua, respectivamente.
- Al personal de la Disciplina de Suelos de Cenicafé y de Multilab Agroanalítica.

LITERATURA CITADA

LITERATURA

1. ARCILA P., J. Factores que limitan el desarrollo de las raíces del café. Avances Técnicos Cenicafé No. 176:1-8. 1992.
2. BEER, J.W. Efectos de los árboles de sombra sobre la sostenibilidad de un cafetal. Boletín de Promecafé No.68:13-18. 1995.
3. BEER, J.W.; MUSCHLER, R.G.; KASS, D.; SOMARRIBA, E. Shade management in coffee and cacao plantations. Agroforestry Systems 38:139-164. 1998.
4. BERMUDEZ M., M.M. Erosión hídrica y escorrentía superficial en el sistema de café (*Coffea arabica* L.) Poró (*Erythrina poeppigiana* Walpers O.F. Cook) y Laurel (*Cordia alliodora* R.P. Cham) en Turrialba, Costa Rica. Turrialba, IICA, 1980. 74 p. (Tesis: Magister Scientiae).
5. FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. BOGOTÁ. COLOMBIA. Sistema de Información Cafetera. Encuesta Nacional Cafetera SICA. Estadísticas Cafeteras. Informe Final. Bogotá, FEDERACAFE, 1997.
6. GÓMEZ A., A. Las malezas nobles previenen la erosión. Avances Técnicos Cenicafé No. 151:1-4. 1990.
7. INSTITUTO DEL CAFÉ - ICAFE. San José. Costa Rica. Manual de recomendaciones para el cultivo del café. San José, ICAFE, 1989.
8. JARAMILLO R., A. Climatología de región andina de Colombia; microclima y fenología del cultivo del café. Chinchiná, Cenicafé, 2000.
9. RAO, M.R.; NAIR, P.K.R.; ONG, C.K. Biophysical interactions in tropical agroforestry systems. Agroforestry Systems 38:3-50.1997.
10. SALAMANCA J., A.; SADEGHIAN KH., S.; AMÉZQUITA C., E. Densidad aparente de dos suelos de la zona cafetera y efecto sobre el crecimiento del café. Cenicafé 55(4):330-340. 2004.
11. SCHROTH., G; LEHMANN., J; RODRIGUES., M.R.L; BARROS., E; MACEDO., J.L.V. Plant - soil interactions in multistrata agroforestry in the humid tropics. Agroforestry Systems 53: 85 - 102.2001.

Los trabajos suscritos por el personal técnico del Centro Nacional de Investigaciones de Café son parte de las investigaciones realizadas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Sin embargo, tanto en este caso como en el de personas no pertenecientes a este Centro, las ideas emitidas por los autores son de su exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente las opiniones de la Entidad.

Cenicafé

Centro Nacional de Investigaciones de Café

"Pedro Uribe Mejía"

Chinchiná, Caldas, Colombia

Tel. (6) 8506550 Fax. (6) 8504723

A.A. 2427 Manizales

www.cenicafe.org

cenicafe@cafedecolombia.com

Edición: Héctor Fabio Ospina Ospina
Sandra Milena Marín López
Fotografía: Diego Alejandro Cardona
Diagramación: María del Rosario Rodríguez