

Efecto de los diferentes sistemas agroforestales sobre algunos indicadores de la fertilidad de un suelo ferralítico rojo amarillento lixiviado de Topes de Collantes

Several agroforestry system effectt about fertility indicators in ferralitic red yellowing lixiviated soil in Topes de Collantes

Alfredo Reyes Hernández (1); C. Pedro I. Cairo Cairo (2); Joaquín Machado de Armas (2); Onelio Fundora Herrera (2); Cristóbal Ríos Albuerno (2); Ana Belkis Manes Suárez (1); Jesús Reyes Hernández; Juan E. Quesada Iznaga (1); Genrry Lino Fleites (1) y Luis Domínguez León (3)

(1) Facultad Agropecuaria de Montaña del Escambray. Centro Universitario de Sancti Spíritus

(2) Centro de Investigaciones Agropecuarias. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.

(3) Empresa Municipal Agropecuaria Jibacoa.

E-mail:

RESUMEN. En el trabajo se muestran los resultados de algunos análisis químicos realizados a un suelo ferralítico rojo amarillento lixiviado, ubicado en la localidad de Topes de Collantes, municipio de Trinidad, provincia de Sancti Spíritus. Para llevar a cabo nuestra investigación fue necesario realizar toma de muestras a las profundidades de 0–10, 10–20 y 20–40 cm en tres áreas dedicadas a la producción de café asociadas con los árboles de sombra pino, albizia y guamo, un área dedicada a cultivos en hileras sin sombra y un bosque pluvisilva, todas pertenecientes a la Cooperativa de Créditos y Servicios “Lucas Castellanos”, con dimensiones aproximadas y pendientes similares. Las características más desfavorables se aprecian en las áreas dedicadas a la producción de café bajo los árboles de sombra pino y albizia, conjuntamente con el área de producción de cultivos varios, comportándose muy similar la fertilidad del suelo del bosque pluvisilva y el área del cafetal bajo el árbol de sombra Guamo. Se pone de manifiesto la necesidad de establecer técnicas de agricultura sostenible a corto plazo por los productores de esta zona para propiciar la obtención de rendimientos estables.

Palabras clave: Café, fertilidad del suelo, propiedades químicas, sistemas agroforestales, suelo.

ABSTRACT. In this work are shown the results of the chemical analyses that were carried out to a leached yellowish red ferralitic soil, located in the town of Topes de Collantes, municipality Trinidad, province Sancti Spiritus. Samples were took at 0-10, 10-20, 20-30 cm depth in three areas dedicated to the production of coffee associated Pine, Albizia and Guamo, a row-cropping area and a forest mountain, with approximate dimensions and similar slopes. All the areas belong To the Cooperative of Credits and Services “Lucas Castellanos”. The most unfavorable characteristics are in the coffee production areas under Pine and Albizia shade trees and the row-cropping area. The soil fertility was very similar in the natural forest and in the coffee plantation under shadow tree Guamo area. The obtained results show the necessity to settle down short term sustainable agriculture techniques to the farmers in order to get stable yields.

Key words: Coffee, soil fertility, chemical properties, agroforestry systems, soil.

INTRODUCCIÓN

Todas las investigaciones sobre la sustentabilidad de los ecosistemas conducidas hasta el presente han permitido clarificar, en mayor o menor grado, el papel de cada componente del sistema en su sustentabilidad. Hasta ahora, todos los resultados coinciden en afirmar que la conservación del factor

suelo está indefectiblemente asociada al mantenimiento del contenido y calidad de su materia orgánica, tanto su fracción muerta de alta estabilidad química, como su dinámica fracción viva. (Rivero de Trinca, 1999)

La importancia de la agricultura orgánica se ve reflejada en la valoración que ésta presenta de la

agricultura tradicional, la generación de empleo, el fortalecimiento de las estructuras organizativas de los productores, además de rescatar muchas de las técnicas propias de la agricultura campesina, proteger y conservar los recursos naturales y presentar una nueva opción en la generación de ingresos. Todo ello en un ámbito de búsqueda de mayor equidad social, produciendo en forma consciente y armónica con la naturaleza y en la perspectiva de un nuevo modelo de desarrollo sustentable (integración de los factores social, económico, cultural y ambiental). (Gómez y Gómez, 1997)

El conocimiento de la degradación de los suelos en sus diferentes manifestaciones es de vital importancia para realizar las proyecciones y estrategias de trabajo encaminadas a detener la misma, por lo que es esencial mantener y mejorar todas aquellas propiedades que puedan elevar sus capacidades agroproductivas. Es importante señalar que el uso, manejo y conservación de los suelos no debe abordarse tan solo como un enfoque agrícola o edáfico, sino ecológico, económico y social. El suelo es parte de los recursos naturales “no renovables” de un país del cual depende la mayoría de sus recursos renovables. (Cairo y col., 1998)

Por lo antes expuesto, el objetivo central de nuestro trabajo es estudiar las características de algunos indicadores de la fertilidad de un suelo ferralítico rojo amarillento lixiviado, bajo árboles de sombra asociados a la producción de café, comparando dichos sistemas con un área de un bosque pluvisilva y un área dedicada a la producción de cultivos varios.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a cabo nuestra investigación se seleccionaron parcelas sobre un suelo ferralítico rojo amarillento lixiviado de montaña dedicado al cultivo del café perteneciente a la CCS “Lucas Castellanos”. En dichas áreas se tomaron muestras de suelo de forma aleatoria a las profundidades de 0-10, 10-20 y 20-40 cm en las distintas parcelas, tomando como referencia el bosque pluvisilva y, posteriormente, se procedió al análisis de las muestras para poder determinar el comportamiento de la fertilidad del suelo en los distintos sistemas.

Evaluaciones realizadas en la investigación

Los análisis efectuados a las muestras se realizaron en el Laboratorio de Suelos del CIAP en la UCLV; municipio de Santa Clara, provincia de Villa Clara. El fósforo y potasio asimilables se calcularon por el método de Oniani según la norma ramal de la agricultura N°837; la materia orgánica por el método de Walkley Black, utilizando dicromato de potasio y ácido sulfúrico concentrado. El pH en agua y en cloruro de potasio potenciométricamente, en relación suelo-solución 1:2,5; según Hesse (1971). Los resultados fueron sometidos a procesamiento estadístico con el paquete Statgraphics PLUS 4.1. Para establecer las relaciones entre las propiedades se tomaron solamente las muestras de las profundidades 0-10 y 10-20 cm.

Características de las parcelas en estudio

Bosque pluvisilva de montaña (8,40 ha)

Se caracteriza por ser un bosque siempre verde (o de montaña) condicionado por el clima subecuatorial húmedo montano, con tendencia a una reducción del tamaño de los estratos arbóreos debido a la altitud. Las especies más representativas son:

- Primer subestrato arbóreo:

Marañón de sierra alta, *Magnolia cubensis*; Aceitunillo, *Beilschmiedia pendula*; Purio de fangal, *Guatteria blainini*; Leviza, *Licaria triandra*; Jubilla, *Dipholis jubilla*; Balsa, *Ochroma pyramidalis*; Laurel, *Ocotea wrightii*; Aguacatillo, *Alchornea latifolia*; Júcaro amarillo, *Buchenavia capitata*; Macurije, *Matayba domingensis*; Purio, *Oxadra laurifolia*.

- Segundo subestrato arbóreo:

Azulejo, *Magnolia cacuminicala*; Canelón, *Ocotea cuneata*; Roble macho, *Tabebuia hypoleuca*; Cuaba de la maestra, *Amyris linearis*; Copey vera, *Cleyera albopuntata*; Camaguilla, *Rapanea ferruginea*; Marañón de sierra baja, *Taullauma minor*.

Área de producción de cultivos varios (Aprox. 4 ha)

Establecida desde hace 14 años con la técnica del

despale, acordonamiento e incorporación de restos de cosecha (tumba para la obtención de Yuca (*Manihot utilissima*, Pohl) y Boniato (*Ipomea batata*, Lam; etc. Aplicación del fertilizante (potásico). Se aplican medidas para la conservación del suelo (cultivo en fajas y como barreras vivas *Citronela* sp.).

Sistema agroforestal pino (*Pinus caribaea*, Morolet) más caféto (6,71 ha)

El marco de plantación de 2 x 1 (m), con un número de plantas de 19 427 en su totalidad, la variedad presente en dicha área es Catuay, tiempo de explotación 19 años. Los rendimientos en los años 2002, 2003 y 2004 fueron en el orden de las 0,37; 0,24 y 0,36 t.ha⁻¹ de café oro, respectivamente. No presenta cobertura del suelo abundante, por la acumulación de acículas de pino.

Sistema agroforestal albizia (*Albizia falcataria* (L.) Fosberg) más caféto (5,09 ha)

Con un marco de plantación de 2 x 1 (m), con un total de 14 787 plantas con mezcla de las variedades de Catuay rojo y amarillo. Tiempo de explotación 16 años. Los rendimientos en los años 2002, 2003 y 2004 fueron en el orden de las 0,33; 0,23 y 0,32 t.ha⁻¹ de café oro, respectivamente. Maleza encontrada, cortadera (*Scleria melaleouca*.Sch y Cham).

Sistema agroforestal guamo (*Inga vera*, Wild) más caféto (7,38 ha)

Con un marco de plantación de 2 x 1 (m), con 21 369 plantas, con la variedad de café Caturra amarillo y Caturra rojo. Tiempo de explotación 16 años. Los rendimientos en los años 2002, 2003 y 2004 fueron en el orden de las 0,40; 0,44 y 0,50 t.ha⁻¹ de café

oro, respectivamente. Malezas encontradas: malba de cochino (*Sida rhombifolia*); Cordobán (*Rhoe discolor* L.); cortadera (*Scleria melaleouca*. Sch y Cham), y rabo de gato (*Acalipha alopecuroides*. Jacq). Acumulación de hojarascas del árbol de sombra en cuestión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al evaluar en la tabla 1 la reacción del suelo para la profundidad de 0-10 cm se puede apreciar que el pH más ácido tanto en H₂O como en KCl corresponde al área dedicada a la producción de cultivos varios, catalogados en este caso de muy ácidos. En el bosque pluvisilva es de 6,33 (ligeramente ácido), seguido del área de producción de café bajo el árbol de sombra guamo 5,18 (ácido).

El bosque pluvisilva contiene 5,49 % de materia orgánica (alto) muy seguido del sistema donde se utilizó el guamo como árbol de sombra 4,78 % (alto). Coincide en este caso con lo expuesto por Guerrero (1999) al expresar que dicho contenido puede contribuir a disminuir la acidez del suelo. El resto de los sistemas están en la categoría de mediano.

El sistema agroforestal guamo-caféto supera al bosque en la cantidad de fósforo y potasio asimilables, con valores de 10,54 y 8,77 mg. 100 g⁻¹ respectivamente, lo que se corresponde con Cairo y col. (1998) al plantear que la materia orgánica favorece el contenido de fósforo asimilable de los suelos. No se cumple para el área cafetalera bajo pino, por lo que ésta investigación responde al llamado de I. Hernández y Simón (1994) sobre la necesidad de estudiar los árboles de sombra en el ciclo de los nutrimentos.

Tabla 1. Comportamiento de algunas propiedades químicas de las áreas estudiadas (Profundidad, 0-10 cm)

Tratamientos	pH		Materia orgánica (%)	P ₂ O ₅ mg. 100 g ⁻¹	K ₂ O mg. 100 g ⁻¹
	(H ₂ O)	(KCl)			
Bosque pluvisilva	6,33 ^a	5,00 ^a	5,49 ^a	9,48 ^b	7,32 ^b
Cultivos varios	4,13 ^d	3,50 ^d	3,55 ^d	4,58 ^d	6,25 ^d
Pino-caféto	4,53 ^c	3,55 ^d	3,33 ^e	4,81 ^c	6,97 ^c
Albizia-caféto	4,38 ^c	3,70 ^c	3,87 ^c	4,96 ^b	5,65 ^e
Guamo-caféto	5,18 ^b	4,33 ^b	4,78 ^b	10,54 ^a	8,77 ^a
Es ± x	0,04*	0,01*	0,04*	0,004*	0,034*
CV %	1,43	0,63	0,19	0,12	0,9

(a, b, c, d,) medias con letras no comunes en una misma columna difieren por Duncan a p < 0,05.

Para la profundidad de 10-20 cm correspondiente a la tabla 2, el pH es más ácido y disminuye el contenido de materia orgánica, fósforo y potasio asimilables. El suelo bajo los árboles de sombra pino y albizia, y cultivos varios, reportan la menor cantidad de materia orgánica en valores promedios (profundidades 0-10 y 10-20 cm)

Los análisis de suelo bajo los árboles de sombra pino y albizia no se corresponden con lo planteado por Pérez-González (2004), al encontrar efectos positivos en la fertilidad del suelo con la reposición de la hojarasca de varias especies forestales.

En la tabla 3 se aprecia que los valores de pH tanto

en H₂O como en KCl pasan de ser ácidos a muy ácidos, fundamentalmente bajo el árbol de sombra pino y el área de cultivos en hileras sin sombra con valores de pH (KCl) de 3,40 y 3,33, respectivamente. El contenido de materia orgánica para esta profundidad se cataloga como bajo para todos los sistemas agrícolas en estudio, con el mayor porcentaje (1,82) bajo el guamo. El fósforo y el potasio están catalogados de bajos en todos los casos.

Los problemas degradativos manifiestos a esta profundidad nos indican según Bressani y col. (1992) y Pérez (1997) la necesidad de considerar el aporte de abonos orgánicos a partir de la pulpa de café.

Tabla 2. Comportamiento de algunas propiedades químicas de las áreas estudiadas (Profundidad, 10-20 cm)

Tratamientos	pH		Materia orgánica (mg.100 g ⁻¹)	P ₂ O ₅	K ₂ O
	(H ₂ O)	(%)		mg.100 g ⁻¹	
Bosque pluvisilva	5,70 ^a	4,63 ^a	3,87 ^b	5,67 ^b	5,84 ^a
Cultivos varios	4,03 ^e	3,55 ^d	2,09 ^e	3,72 ^e	4,11 ^d
Pino-cafeto	4,20 ^d	3,30 ^e	1,79 ^d	4,15 ^d	2,92 ^e
Albizia-cafeto	4,53 ^c	3,92 ^c	2,40 ^c	4,30 ^c	4,56 ^c
Guamo-cafeto	5,63 ^b	4,23 ^b	3,97 ^a	9,72 ^a	5,48 ^b
Es ± x	0,01*	0,01*	0,004*	0,009*	0,02*
CV %	0,49	0,65	0,34	0,37	0,11

(a, b, c, d, e) medias con letras no comunes en una misma columna difieren por Duncan a p < 0,05.

Tabla 3. Comportamiento de algunas propiedades químicas de las áreas estudiadas (Profundidad 20–40 cm)

Tratamientos	pH		Materia orgánica (mg.100 g ⁻¹)	P ₂ O ₅	K ₂ O
	(H ₂ O)	(KCl)		mg.100 g ⁻¹	
Bosque pluvisilva	4,90 ^a	4,00 ^a	1,15 ^c	4,48 ^c	3,34 ^a
Cultivos varios	4,05 ^e	3,33 ^e	1,04 ^d	1,72 ^e	2,19 ^d
Pino-cafeto	4,25 ^d	3,40 ^d	1,25 ^b	3,72 ^d	2,61 ^c
Albizia-cafeto	4,68 ^c	3,63 ^c	1,04 ^d	4,69 ^b	2,61 ^c
Guamo-cafeto	4,80 ^b	3,83 ^b	1,82 ^a	5,92 ^a	2,68 ^b
Es ± x	0,02*	0,02*	0,002*	0,002*	0,003*
CV %	0,90	0,91	2,69	0,14	0,23

(a, b, c, d, e) medias con letras no comunes en una misma columna difieren por Duncan a p < 0,05.

La figura 1 muestra la relación positiva entre el pH en agua y la cantidad de fósforo asimilable del suelo en estudio en mg.100 g⁻¹ en los primeros 20 cm de profundidad, con un R² = 0,76**. En la misma se observa que aquellos sistemas de producción de cultivos que muestran los valores de pH más ácidos van a tener los contenidos más bajos de fósforo asimilable y viceversa.

En la figura 2 se aprecia la relación positiva que existe entre el contenido de materia orgánica del suelo en % y la cantidad de fósforo asimilable en mg.100 g⁻¹, para los primeros 20 cm de profundidad, con R² = 0,71**, lo que pudiera estar relacionado con el impacto negativo o positivo de un determinado sistema de producción

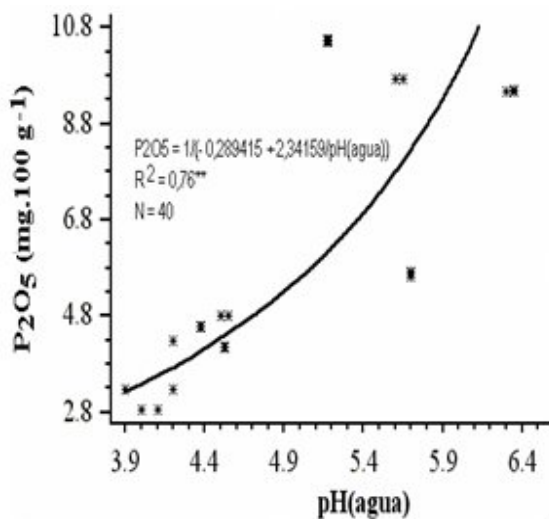


Figura 1. Relación entre el pH en agua y el fósforo asimilable

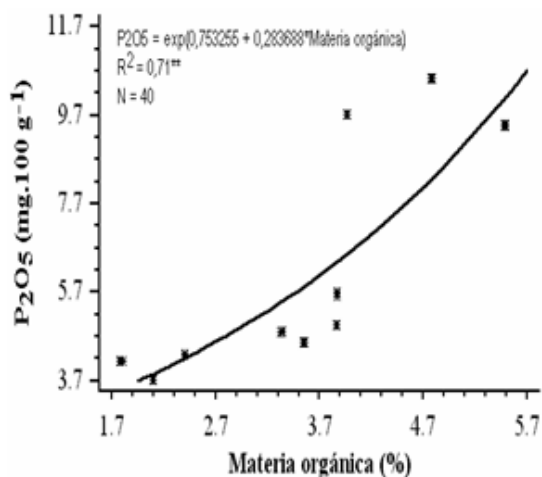


Figura 2. Relación entre el contenido de materia orgánica y el fósforo asimilable

CONCLUSIONES

1. La acidez del suelo más desfavorable se encontró en las áreas dedicadas a la producción de café bajo el árbol de sombra pino y cultivos en hileras sin sombra, siendo el pH más ácido de 3,30 para el sistema agroforestal pino-cafeto a la profundidad de 10–20 cm.
2. El área dedicada a la producción de café bajo Guamo presentó características muy favorables en cuanto a la fertilidad del suelo muy similares a las del bosque pluvisilva.
3. Existe una relación positiva altamente significativa entre el pH en agua y la cantidad de materia

orgánica de las áreas en estudio con el contenido de fósforo asimilable.

BIBLIOGRAFÍA

Bressani, R.; E. Estrada y R. Jarquín: "Pulpa y pergamino de café. Composición química y contenido de aminoácidos y proteínas de la pulpa". Turrialba (22), 1992.

CAIRO, P.; MALBIS CARVAJAL, Y J. MACHADO: "Cómo mejorar la bioestructura en suelos degradados de la provincia Sancti Spiritus". *Agricultura Orgánica* 12(1), 12-16, 1998.

GÓMEZ, C. M. Y LAURA GÓMEZ. "Expectativas de la agricultura orgánica en México". ACAO, La Habana, Cuba, enero de 1997.

GUERRERO, V.: Fertilidad, conservación y manejo de los suelos. Manual para Promotores Comunitarios., Centro de Capacitación Campesina, La Habana, 1999.

HESSE, P. R.: *A textbook of soil chemical analysis*. John Murray, London (Inglaterra), 1971.

HERNÁNDEZ, I. Y L. SIMÓN: Razones para emplear plantas leñosas en la ganadería vacuna, en Taller Internacional de Sistemas Silvopastoriles en la Producción Ganadera. Resúmenes y Ponencias, Estación Experimental de Pastos y Forrajes de Matanzas, Indio Hatuey, Matanzas, pp.1-39, 1994.

PÉREZ, A.: Sustitución de fertilizantes minerales por materia orgánica en la producción de semillas de Rhodes callida. Trabajo presentado en III Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica, Santa Clara, Cuba, 1997.

Pérez-González, J: EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE hojarasca de especies forestales acumuladoras y no acumuladoras de Aluminio sobre la distribución de este elemento y las propiedades químicas de un suelo del trópico húmedo de Costa Rica. Consultado 7 de enero, de 2005, en <http://www.ots.ac.or/rdmonfs/datasets/viewrec.phtml?d=global&fn=/usr/local/www/htdocs/rdmcnfs/datasets/binabitrop/data/3165.hml&dn=7128&realds=usr>

RIVERO DE TRINCA, CARMEN: "Materia orgánica del suelo", revista *Alcance*, Universidad Central de Venezuela, p. 1, 1999.

Recibido: 18/Junio/2006

Aceptado: 15/febrero/2007