

## ESTIMACION DE LA BIOMASA MICROBINA EN SUELOS DE LADERA BAJO DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO

Silvio F. Cadena<sup>1</sup> - Jesus A. Castillo<sup>2</sup>  
Karl M. Samann<sup>3</sup> - Raúl Madriñan<sup>4</sup>

### COMPENDIO

La biomasa microbiana se midió en términos de carbono orgánico a través del método de fumigación - extracción, exponiendo una muestra de suelo húmedo a cloroformo libre de alcohol (CHCl<sub>3</sub>) durante 24 horas y a sulfato de potasio 0.5M. La muestra no fumigada no se expone al cloroformo. En el ensayo se incluyeron los tratamientos : USLE (Parcela desnuda), gallinaza, manejo tradicional, labranza reducida, barbecho, vetiver, leguminosas y pastos en suelos de los municipios de Santander de Quilichao y Mondomo (Cauca - Colombia). existió un marcado efecto diferencial de los tratamientos sobre la biomasa microbiana (Pr<0.001). La biomasa microbiana fue más alta en los tratamientos de labranza reducida, barbecho, leguminosas, pastos y gallinaza (608.28, 426.46, 304.32, 271.25 y 315.68 mg de Carbono g<sup>-1</sup> de suelo, respectivamente).

**Palabras claves :** Biomasa microbiana, Fumigación - extracción, Labranza reducida

### ABSTRACT

#### ESTIMATION OF MICROBIAL BIOMASS IN HILLSIDE SOILS UNDER DIFERENT MANAGEMENT SYSTEM

Microbial biomass was estimated as organic carbon by fumigation - extraction method using a wet soil sample under Chloroform alcohol free (CHCl<sub>3</sub>) and potassium sulphate 0.5 M. Sample not fumigated is not exposure to Chloroform. The experiment consist in eight treatments : USLE (naked plot), chicken manure, traditional management, conservative agriculture, grass, vetiver, legumes and pastures in soils of Santander de Quilichao and Mondomo (Cauca - Colombia). Results showed significant differences (Pr<0.001) among microbial biomass for each treatment. Microbial biomass was high in conservative agriculture, grass, legumes, pastures and chicken manure (608.28, 426.46, 304.32, 271.25 y 315.68 mg de Carbon. g<sup>-1</sup> soil<sup>-1</sup>, respectively).

**Keywords :** Microbial biomass, Fumigation-Extraction, Mininum tillage

### INTRODUCCION

La biomasa microbiana determina el mantenimiento de la productividad del ecosistema, ya que constituye un medio de transformación para todos los materiales orgánicos del suelo, independientemente de la función de cada uno de los habitantes de la comunidad microbiana. Por esta razón la estimación de la biomasa microbiana contribuye al conocimiento del estado de fertilidad del suelo y el mantenimiento de esta característica en el tiempo, de hecho cuanto más nutrida esta la planta, más intensa es la microvida en la zona de su raíz y más resistente es la planta al ataque de patógenos (Primavesi, 1984). La estimación de la biomasa microbiana es posible gracias a que elementos

como el Carbono, el Nitrógeno y el Fósforo son esenciales en la conformación de la estructura celular y pueden ser extraídos a través de ciertos métodos bioquímicos.

En suelos provenientes de un valle reforestado con leguminosas arbóreas, la biomasa microbiana fue más alta en las muestras de los tratamientos con *Mimosa caesalpinifolia*, *Acacia holosericea* y pasturas (testigo) (154, 164.64, y 174.67 mg C suelo<sup>-1</sup> respectivamente) comparado con otras leguminosas (Granato de Andrade, 1996).

En estudios realizados en Nueva Zelanda en un suelo amarillo-café (Typic Dystrochrept), la biomasa microbiana en términos de carbono osciló entre 1100 kg/ha (*Pinus*

<sup>1</sup> Estudiante de Pregrado Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira; <sup>2</sup> I.A. MSc, Conservación de suelos, CIAT. <sup>3</sup> I.A. Ph.D. Líder - Conservación de Suelos, CIAT. <sup>4</sup> I.A. PH D. Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, A.A 237

*radiata*) y 1310 kg/ha (*Ulex europaeus*), el C y el N orgánicos fueron más altos en *Ulex europaeus*, el fósforo extractable fue mayor en la pastura fertilizada y el flujo anual a través de los microorganismos del suelo fue de 36-85 kg N/ha y 18-36 kg P/ha respectivamente. Lo anterior es importante a la hora de tomar una decisión como la rotación de cultivos (Sparling et al, 1994).

En el sudeste de Queensland (Australia), se encontró que el sistema de sorgo (*Sorghum bicolor*) fue más productivo, pero contenía 18% menos de N y 29% menos de C, el flujo anual de C y N a través de la biomasa microbiana fue de 4500 y 240 kg/ha en sorgo y 4050 y 60 kg/ha en pastura (*Panicum maximum* var. *trichoglume* cv. *petrie*), respectivamente. En la pastura, el continuo suministro de residuos de alta razón C:N (50-75) no permitió el desarrollo de la biomasa microbiana, por competencia por N; en sorgo la biomasa se vio limitada por C (Robertson et al, 1994).

Cuando se aplica turba, la biomasa microbiana es deficiente en carbono. En contraste cuando se aplican aguas residuales aumenta el C en la biomasa microbiana pero la tasa de supervivencia es baja. Así, las condiciones de permanencia de los microorganismos del suelo están sujetas a las condiciones de estrés ambiental (Dahlin et al, 1993).

Estudios realizados en Maíz (*Zea mays*), en el Valle del río Yaracuy (Venezuela) se encontró que tratamientos de barbecho y crotalaria incorporadas al suelo, tienen excelentes efectos sobre la actividad microbiana, la humedad gravimétrica, pH, contenidos de carbono orgánico, N total, N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub>, C, P y K disponibles (Aciego-Borges, 1996).

En suelos del Amazonía Colombiana comparado el método de fumigación-extracción con el método SIR (respiración de sustratos inducidos) se encontró que este último no es recomendable para estimar la biomasa microbiana en Oxisoles, pero sí para Ultisoles y Alfisoles (Feigl et al, 1995).

En el presente estudio se pretende estimar la biomasa microbiana en términos de miligramos de carbono por gramo de suelo a través del método fumigación-extracción, en suelos con diferentes sistemas de manejo, con el objetivo de contribuir a la presentación de alternativas de manejo de suelo que mejoren su fertilidad y la conserve en el tiempo.

## PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

### Ubicación geográfica del terreno experimental y muestreos

EL estudio se adelantó en las localidades de Santander de Quilichao (990 m.s.n.m.) y Mondomo

(1450 m.s.n.m.) (Samann et al, 1992). En estos suelos el pH está entre 4.3 y 4.8, los contenidos de materia orgánica entre 5.2 y 5.9 y con niveles muy bajos de fósforo disponible (1.5-4 ppm Bray II); la textura predominante es franco arenosa con buenas velocidades de infiltración. El suelo en Santander de Quilichao se clasificó como Isohyperthermic Oxid Distrocept y el de Mondomo como Isothermic Oxid Humitrocept (Samann et al, 1994).

Las muestras de suelo se tomaron de parcelas de escorrentía cuya área es 128m<sup>2</sup> a 5cm de profundidad en forma de diagonales. Los tratamientos fueron: USLE (Parcela desnuda), gallinaza, manejo tradicional, labranza reducida, barbecho, vetiver, leguminosas y pastos.

### Estimación de la biomasa microbiana

El protocolo utilizado para llevar a cabo la estimación de la biomasa microbiana del suelo, fue el de Fumigación-Extracción propuesto por (Vance et al, 1987).

### Principio fundamental

La biomasa microbiana se mide en términos de carbono orgánico gracias a que por el método de fumigación-extracción el carbono se puede extraer, exponiendo una muestra de suelo húmedo a cloroformo libre de alcohol (CHCl<sub>3</sub>) durante 24 horas y adicionando posteriormente sulfato de potasio 0.5M. La muestra no fumigada se coloca en las mismas condiciones al tiempo que comienza la fumigación. El carbono orgánico se estima a partir de los extractos por digestión del dicromato. Se usa cloroformo libre de alcohol como fumigante ya que es un fuerte biocida y sulfato de potasio 0.5M porque puede remover el fumigante. En general la medición del carbono extractable se define como el carbono orgánico extraído por sulfato de potasio a partir de un suelo fumigado.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Se encontró cierta similitud en el contenido de biomasa microbiana en algunos de los tratamientos (Cuadro 1), en las dos localidades, lo que sugiere la existencia de un patrón de comportamiento de la biodinámica del suelo ante determinados sistemas de manejo en condiciones ambientales específicas. Así por ejemplo, con el tratamiento de gallinaza en mayo se obtuvieron valores muy similares ( $r = 1.11$ ) en las dos localidades, hecho que no se presentó en marzo ( $r = 1.92$ ), debido posiblemente a condiciones ambientales como la precipitación. En contraste, los valores en el tratamiento USLE o parcela desnuda, se mantuvieron muy cercanos ( $r = 1.01$  y  $1.09$ ) en las dos localidades y en las dos épocas, indicando que la biomasa microbiana en un suelo pobre de cobertura vegetal y poco labrado no

**Cuadro 1. Biomasa microbiana en suelos de las localidades de Santander de Quilichao (STQ) y Mondomo (MON) en dos épocas y bajo diferentes sistemas de manejo**

Tratamiento	BM - STQ (mg de C. g de suelo <sup>-1</sup> )		BM - MON (mg de C. g de suelo <sup>-1</sup> )		Cociente STQ/MON	
	marzo-97	mayo-97	marzo-97	mayo-97	marzo	mayo
USLE	36.00	58.60	35.51	53.88	1.01	1.09
Gallinaza (5 ciclos de cultivo)	272.53	315.68	142.10	285.31	1.92	1.11
Tradicional			197.81	202.46		
Labranza reducida	441.27	608.28	237.84	282.24	1.86	2.16
Barbecho	229.75	426.46	168.32	237.21	1.36	1.80
Vetiver			220.14	218.41		
Leguminosas ( <i>Arachis sp.</i> )	217.82	304.32	303.66	339.92	0.72	0.90
Pastos – labranza	151.06	271.25	228.22	336.03	0.66	0.81

cambia proporcionalmente a menos que se le faciliten las condiciones ambientales para favorecer su desarrollo y permanencia.

El análisis estadístico mostró un marcado efecto diferencial de algunos sistemas de manejo del suelo sobre la biomasa microbiana y esto se puede ratificar en las diferencias altamente significativas que se registraron en el contenido de biomasa microbiana entre los tratamientos ( $P < 0.001$ ) en Mondomo y en Santander de Quilichao, (*Cuadro 2*). La biomasa microbiana fue más alta en Santander de Quilichao que en Mondomo, posiblemente por el contenido de humedad más alto.

**Cuadro 2. Análisis de Varianza entre tratamientos**

	Santander de Quilichao		Mondomo	
	marzo-97	mayo-97	marzo-97	mayo-97
cv	16.35	26.84	33.74	30.13
Pr>F	0.0001	0.0001	0.0006	0.0005

La estimación de biomasa microbiana fue mayor en el tratamiento de labranza reducida (441.27 y 608.28 mg de C. g de suelo<sup>-1</sup>) con relación a los demás tratamientos y notablemente más alta que la parcela desnuda (36 y 58.6 mg de C. g de suelo<sup>-1</sup>), en Santander de Quilichao en las dos épocas (*Figura 1*). Esto sugiere la conveniencia de adoptar el sistema de labranza

reducida para ayudar a la conservación de los suelos de esta localidad (*Figura 2*).

La biomasa microbiana en suelos de Mondomo fue mayor en los tratamientos leguminosas (339.92 y 303.66 mg de C. g de suelo<sup>-1</sup>) y pastos (228.22 y 336.03 mg de C. g de suelo<sup>-1</sup>) con relación a los tratamientos de barbecho (168.32 y 237.21 mg de C. g de suelo<sup>-1</sup>), vetiver (220.14 y 218.41 mg de C. g de suelo<sup>-1</sup>) y mucho mayor que en la parcela desnuda (35.51 y 53.88 mg de C. g de suelo<sup>-1</sup>), demostrando así la imperante necesidad que tienen estos suelos por retener la materia orgánica, haciendo buen uso de los pastos y las leguminosas (*Figura 3*).

Los suelos de Santander de Quilichao retuvieron mayor humedad en condiciones de poca cobertura (USLE) (*Figura 4*). Pero esta característica física puede mejorarse para los suelos de Mondomo utilizando pastos y adoptando el sistema de labranza reducida (*Cuadro 3*).

Los resultados llevan a pensar que los tratamientos más relacionados con el manejo conservacionista del suelo, como labranza reducida, la aplicación dirigida de gallinaza, la siembra de cultivos en combinación con leguminosas y la utilización de barreras vivas de vetiver constituyen la mejor alternativa para mantener la vida biológica del suelo así como también para contribuir a generar las mejores condiciones físicas y químicas de fertilidad del suelo.

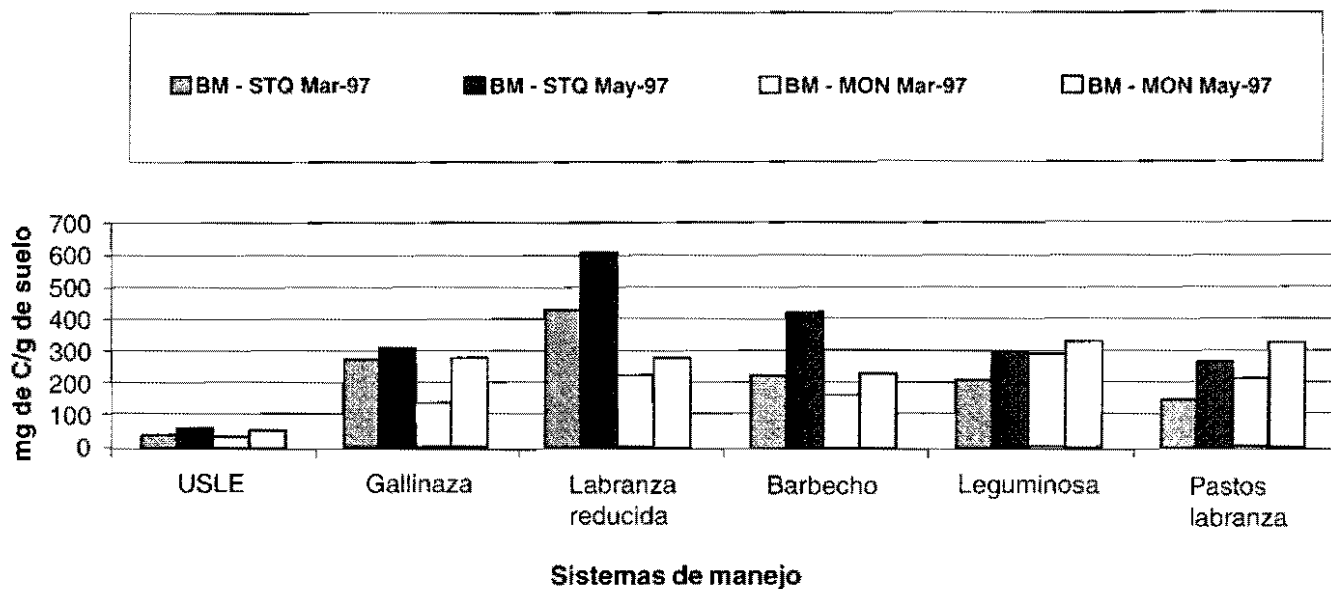


FIGURA 1. Comparación de la biomasa microbiana estimada en suelos de Santander de Quilichao (STQ) y Mondomo (MON) en dos épocas, en diferentes sistemas de manejo

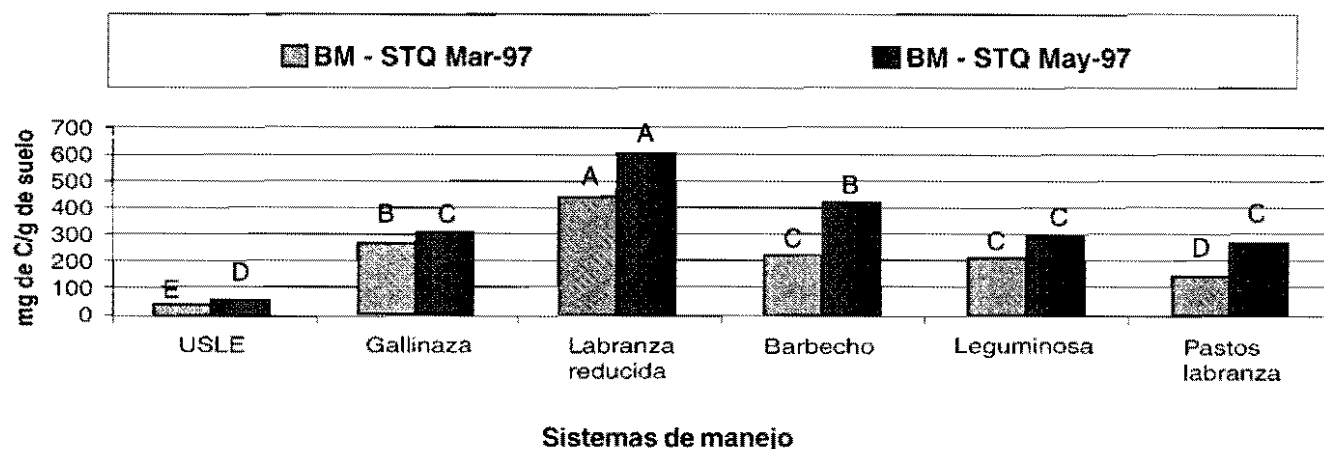


FIGURA 2. Biomasa microbiana en suelos de Santander de Quilichao (STQ) en dos épocas, en diferentes sistemas de manejo

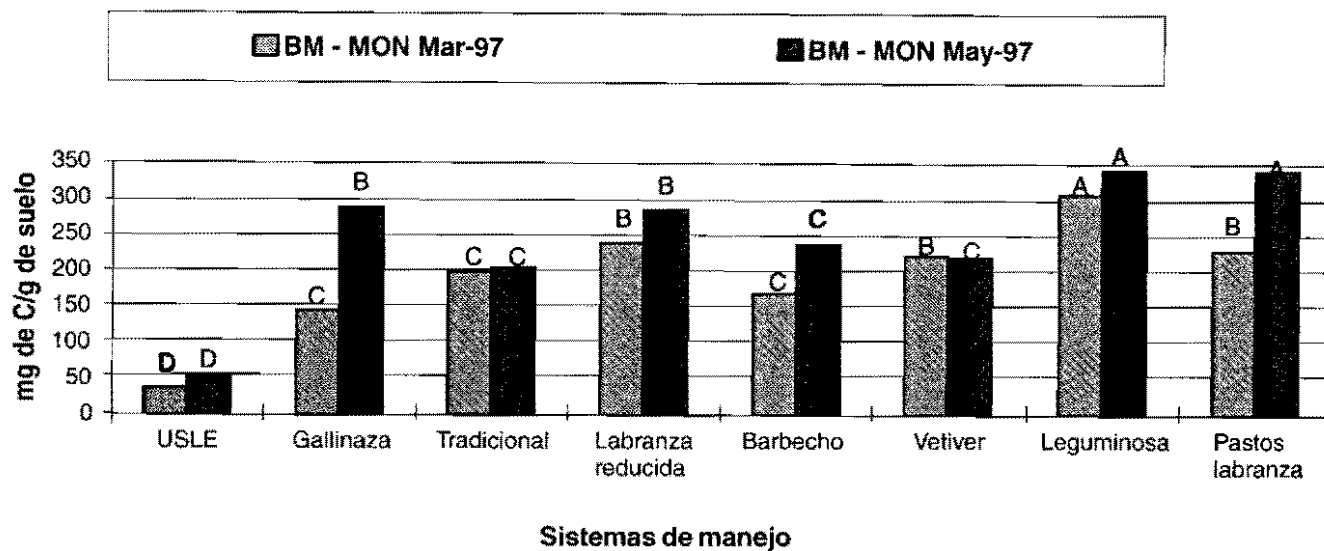


FIGURA 3. Biomasa microbiana en suelos de Mondomo (MON) en dos épocas en diferentes sistemas de manejo

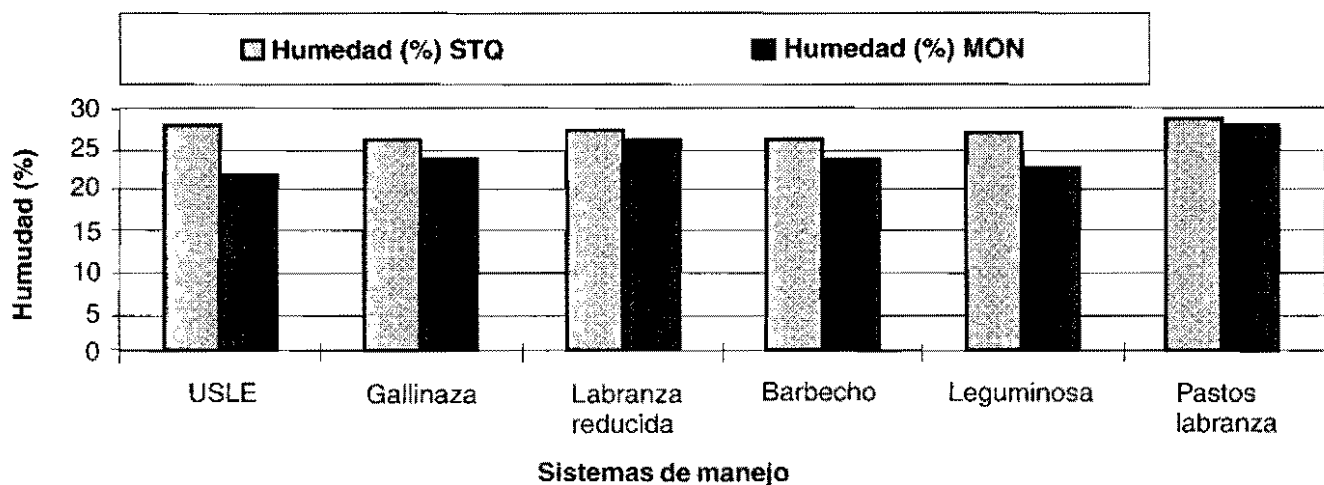


FIGURA 4. Porcentajes de humedad en suelos de Santander de Quilichao (STQ) y Mondomo (MON) en diferentes sistemas de manejo

**CUADRO 3. Nivel de humedad en las localidades de Santander de Quilichao (STQ) y Mondomo (MON) en diferentes sistemas de manejo**

Tratamiento	Humedad (%)	
	STQ	MON
USLE	27.80	21.73
Gallinaza	26.03	23.65
Labranza reducida	27.22	25.95
Barbecho	25.93	23.35
Leguminosas	26.72	22.23
Pastos - labranza	28.45	27.50

### BIBLIOGRAFIA

- ACIEGO, J y BORGES, D. 1996. Efectos de los abonos verdes (*Crotalaria juncea*) y los sistemas de labranza conservacionista sobre la dinámica de algunas poblaciones microbianas. Maracay : Universidad Central de Venezuela Facultad de Agronomía.
- DAHLIN, S and WITTER, E. 1993. Effects of acidification and repeated sewage sludge application on C utilisation by soil micro-organisms. En: Integrated soil and sediment research. 25 : 9, 137-139.
- FIEGL, B. J. ; SPARLING, G. P. ; ROSS, D. J. and CERRI, C. C. 1995. Soil microbial biomass in Amazonian soils : evaluation of methods and estimates of pool sizes. En : Soil biology and biochemistry. 25 : 11, 1467-1472.
- GRANATO DE ANDRADE, A. 1996. Características físicas e químicas e biomasa microbiana de un planossolo reforestado com leguminosas arbóreas. São Paulo, Brasil.
- PRIMAVESI, A. 1984. Manejo ecológico del suelo : La agricultura en regiones tropicales. Buenos Aires. Ateneo.499 p.
- ROBERTSON, F. ; MYERS, R. and SAFFIGNA, P. 1994. Dynamics of carbon and nitrogen in a long-term cropping system and permanent pasture system. En : Australian Journal of Agriculture Research. 45:1, p 211-221.
- SAMANN, K. M.; CASTILLO, J. A. y RUPENTHOL, M. 1992. Prácticas de conservación de suelos en sistemas de producción de yuca en ladera. En : Seminario de manejo integral de suelos para una agricultura sostenida. Agosto 26-28, CIAT-Palmira. p 97-119.
- \_\_\_\_\_. 1994. Conservación de suelos en yuca. En : Memorias de la primera reunión de agoecología y producción sostenible en San Gil (Santander, Colombia). Febrero 10 y 11.
- SPARLING, G.P. ; HART, P.B. ; AUGUST, J.A. and LESLIE, D.M. 1994. A comparison of soil and microbial carbon, nitrogen, and phosphorus contents, and macro - aggregate stability of a soil under native forest and after clearance for pastures and plantation forest. En : Biology and fertility of soils. 17 : 2, 91-100.
- VANCE, E.D. ; BROOKES, P.C. and JENKINSON, D.S. 1987. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. En : Soil biology and biochemistry. 19 : 6, 703-707.