

Influencia de la aplicación de métodos agroecológicos sobre algunas características del suelo. II Microflora Total*

Irma IZQUIERDO**, Gonzalo BISET**, y María E. RODRÍGUEZ**

ABSTRACT. The influence of different agroecological methods upon some microbiological characteristics of soil was tested in two layers (0-10 cm and 10-20 cm) of a Ferralsol during the dry and wet seasons. Three areas were considered: a control area (P), 15 years old grassland, with a vegetation community dominated by *Stylosantes guianensis*, *Cynodon nlemfuensis*, *Panicum maximum* and *Teramnus uncinatus*; forage area (F), derived from P and transformed in to an agricultural one by amending with organic compost and planting of perennial crops as *Saccharum officinarum* (caña de azúcar), *Penisetum sp.*(King Grass) and *Leucaena leucocephala* (Leucaena) during the four last years and cultivated area (C) derived also from P and transformed in an agricultural area by the same way as F, submitted to rotations of short cycle crops for the last four years. The microorganisms population composition showed a specific behavior depending on the agroecological method applied, soil deepness and seasonally. The total number of microorganisms was significantly higher ($P < 0.05$) in the forage area and had an intermediate values among C and P. The relative composition of bacterias, fungi and actinomycetes was not affected by the soil management.

KEY WORDS. Actinomycetes, agroecology, bacterias, Ferralsol, fungi, microflora.

INTRODUCCIÓN

Los microorganismos son el eslabón fundamental entre los residuos vegetales y animales del suelo en la cadena alimentaria de los detritus (Odum, 1986). Ellos influyen sobre la fertilidad del suelo, tanto en el establecimiento de los ciclos biogeoquímicos como en la formación de su estructura (García *et al.*, 2000) debido a que la mayor parte de las transformaciones de la materia orgánica se llevan a cabo por los microorganismos del suelo.

La comunidad microbiana es sensible a las perturbaciones producidas por el manejo del suelo y los cultivos, tanto la diversidad como la biomasa microbiana se reducen durante la transformación de ecosistemas naturales o seminaturales a agroecosistemas, se ha podido constatar además que existen reducciones significativas de las poblaciones de microorganismos en sistemas intensivos de altos insumos; mientras que el empleo de prácticas relacionadas con la rotación de cultivos apropiadas, empleando especies de amplia cobertura vegetal y el suministro regular de residuos orgánicos contribuyen a incrementar la población biológicamente activa y la diversidad de microorganismos del suelo (Magdoff, 1997).

El objetivo de este trabajo se fundamenta en conocer la influencia que sobre los microorganismos del suelo, ejerce la transformación de un pastizal en un agroecosistemas con diferentes manejos agroecológicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia se desarrolló en el Instituto de Investigaciones de Pastos y Forrajes (IIPF), Ministerio de la Agricultura, en áreas destinadas a la integración ganadería – agricultura, en cada una se tomaron muestras representativas en dos estratos: 0-10 cm y 10-20 cm, en las épocas de mayor y menor pluviosidad.

Características de las áreas de estudio:

Área de pastizal (P). Área origen con más de 15 años

de implantación; posee un sistema de pastoreo de baja intensidad y una comunidad vegetal donde predomina: *Stylosantes guianensis*, *Cynodon nlemfuensis*, *Panicum maximum* y *Teramnus uncinatus*.

Área de forraje (F). Derivada del pastizal y transformada en área agrícola desde hace 4 años, recibió aplicación de abono orgánico (compost de humus de lombriz y restos de cosecha), en el momento de la siembra, la que fue realizada en forma de mosaico de pequeñas áreas con cultivos perennes de: *Saccharum officinarum* (caña de azúcar), *Penisetum sp.*(King Grass) y *Leucaena leucocephala* (Leucaena).

Área de policultivos (C). Procedente también del área de pastos y transformada en área agrícola desde hace 4 años, con aplicación de abono orgánico (compost de humus de lombriz y restos de cosecha). En ésta se practicaron rotaciones de cultivos de ciclo corto fundamentalmente con *Phaseolus spp* (frijol); *Zea mays* (maiz); *Cucurbita melopeppo* (calabaza); *Ipomea batata*, (boniato); *Arachis hypogea*, (maní) y cultivos de ciclo largo: *Manihot esculenta* (yuca); *Musa spp.*(plátano); *Carica papaya* (fruta bomba).

El número de microorganismos fue determinado mediante siembras en placas de Petri por el método de suspensión - dilución de suelo a una temperatura de incubación de 28⁰C, durante siete días. Para determinar el número de bacterias, actinomycetos y hongos, se utilizaron los medios agar nutriente, almidón-sales-agar y el medio malta-rosa de bengala respectivamente (Pochon y Tardieux, 1962). La suma de las unidades formadoras de colonias (ufc) encontradas en cada grupo, fue utilizada como una estimación de la microflora total del suelo (Mft).

Los valores de las unidades formadoras de colonias (ufc) de la Microflora Total, así como los valores de ufc de bacterias, hongos y actinomycetos, en las diferentes áreas, fueron procesados mediante análisis de varianza de clasificación simple que incluye un arreglo factorial de los

*Manuscrito aprobado en Noviembre del 2000.

**Instituto de Ecología y Sistemática, A.P. 8029, C.P. 10800, La Habana, Cuba.

tratamientos, siendo los factores: tipo de método o área, con tres niveles: Pasto, Forraje y Policultivo; profundidad o estratos, con dos niveles: 0-10 cm y 10-20 cm; estacionalidad o época con dos niveles: período seco y período lluvioso. Como comparación de medias se utilizó la prueba de Duncan ($P < 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La microflora total estimada mostró, una dependencia significativa ($p < 0.05$) para los diferentes manejos del suelo realizados en las áreas de pasto (P), forraje (F) y policultivo (C); así como para las épocas (seca - lluviosa) y las profundidades del suelo analizadas (0-10; 10-20 cm). Además la interacción entre estos factores resultó significativa al mismo nivel de confiabilidad (Tabla 1).

El número de unidades formadoras de colonias (ufc) estimado para la microflora total, fue significativamente mayor ($p < 0.05$) en el área de forraje (F) en la profundidad de 0-10 cm y la estación lluviosa (Fig. 1). Esta combinación al parecer, fue más favorable para el establecimiento de la comunidad microbiana. En este sentido, Martínez *et al.*, (1987) han enfatizado, en el aumento de la población de microorganismos, como consecuencia de la aplicación de materia orgánica, con un predominio de la microflora heterótrofa. Al mismo tiempo, a través de la adición de compost se pueden incorporar nuevas células microbianas al suelo procedentes del material en proceso de compostado aeróbico (Funes y Hernández, 1996).

La adición de material orgánico provoca incrementos en la actividad zimógena de la microflora, la cual a su vez estimula a la microflora autóctona por el aumento de la cantidad de sustancias capaces de ser utilizadas por ellas como fuentes de nutrientes y energía (Martínez *et al.*, 1987). Este resultado coincide con los mayores valores de actividad de las enzimas fosfatasa e invertasa, obtenidos en el área de Forraje, por Izquierdo *et al.* (I En Prensa), en similares condiciones edafoclimáticas (profundidad de 0-10 cm y período lluvioso). Balasubramanian *et al.* (1974) y Abdel-Ghaffar (1977), observaron incrementos en la población microbiana como resultado de la aplicación de las enmiendas orgánicas y enfatizaron que estos incrementos produjeron al menos, aumentos en el nivel de enzimas intracelulares. Fernández y Novo (1988), consideran que la actividad de los microorganismos del suelo está influida por la cantidad de energía que se libera durante la descomposición de la materia orgánica, lo que provoca un aumento de las poblaciones microbianas y su actividad, observándose aumentos en el consumo de O_2 , emisión de CO_2 y de la actividad enzimática.

En sentido general los estimados de microflora total, mostraron un comportamiento homogéneo como resultado de la interacción con los factores considerados (área, profundidad y época), prevaleciendo siempre los mayores valores de ufc en la estación lluviosa y en la primera capa del suelo, no así en el segundo estrato, donde sólo se apreció incrementos en el área forrajera (Fig. 1). Estos valores coinciden con los presentados por Martínez *et al.*

(1981), al considerar que la humedad del suelo influyen positivamente sobre el número de microorganismos, los cuales tienden a ser más numerosos en la estación lluviosa, con una apreciable disminución de heterótrofos al descender en el perfil.

Por otra parte, las características físicas - químicas en el área de forraje: densidad aparente (1.06 g/ cm^3), capacidad de retención de agua (60%) y contenido de materia orgánica (5.14%), evaluadas por Izquierdo (1999), crearon las condiciones favorables para los incrementos de la microflora total. Estudios realizados por Rodríguez *et al.* (1988) y otros autores, consideran que un suelo al 60% de su capacidad máxima de retención de agua, es un valor adecuado para la actividad microbiana.

Durante la conversión del área de pasto a área de forraje y policultivos, el contenido de carbono originado a partir del aporte de sustrato orgánico, tanto natural como adicionado, provocaron modificaciones en el habitat de la microflora total, esto explica que las características de la vegetación implantada en F, así como las prácticas de laboreo en C y la adición de materia orgánica en ambas, produjeran un número de microorganismos significativamente superior ($p < 0.05$) con relación a los observados en P.

De acuerdo a lo expuesto por Fernández y Novo (1988), la rotación mejora la aireación del suelo y la incorporación de residuos vegetales, pero esta labor debe realizarse de forma racional ya que al incrementarse el nivel de oxígeno en el suelo, la materia orgánica puede desaparecer drásticamente por una intensa actividad microbiana. De igual manera, al arar el suelo cambia la estructura de su perfil y en consecuencia sufre una pérdida paulatina de la fertilidad a causa de una disminución progresiva de los procesos microbiológicos (Mayea *et al.*, 1982), que tienen lugar con mayor intensidad en la capa superficial del suelo.

El número de hongos, bacterias y actinomicetos presentó dependencia significativa ($p < 0.05$) con los factores área, época, profundidad, y con la interacción que involucra a los tres factores (Tabla 2).

El mayor número de ufc de hongos y actinomicetos se encontró en las áreas F y C en la época húmeda, estrato superior del suelo, mientras que los menores conteos de los grupos se obtuvieron para las tres áreas, en el período seco y en la capa de 10-20 cm. Las restantes combinaciones presentaron valores intermedios (Tabla 3).

Las bacterias, fueron significativamente más abundantes en el período de mayor humedad y en el estrato superior en el área de forraje, seguidas por las áreas de policultivo y de pasto en condiciones similares, así como por el área forrajera en el período de menor humedad y en la capa más orgánica del suelo. Por el contrario el estrato inferior y época seca, exhibieron los menores valores de este grupo microbiano las áreas de pasto y policultivo. El resto de interacciones se mantuvieron con comportamiento intermedio, en cuanto a la presencia de bacterias (Tabla 3).

El porcentaje relativo de los grupos evaluados muestra

que en las tres áreas estudiadas el número de bacterias fue superior al de actinomicetos y este a su vez predominó sobre el porcentaje de hongos para ambas estaciones (Fig. 2 y 3). Entre los elementos básicos que pueden influir en este resultado, se destacaron que los valores de pH registrados en las áreas de estudio; de 6 a 6.5 (Izquierdo, 1999), aparece como un rango favorable para el desarrollo de bacterias y actinomicetos, debido a su preferencia por los habitats apróximadamente neutros. Los hongos ocupan una posición predominante dentro de la microflora heterótrofa, en habitats ácidos, de esta forma la mayor concentración de hidrogeniones en los habitats, excluye de la competencia a la mayor parte de los miembros de estos grupos (Fernández y Novo, 1988).

En el área de forraje, se pudo apreciar que el porcentaje relativo de actinomicetos con relación disminuyó ligeramente en el período de mayor humedad, con relación a la época de seca (Fig. 2 y 3), en tanto el porcentaje de hongos aumentó en la estación más húmeda. Este aumento en la frecuencia relativa de aparición de los hongos debido al cambio estacional, se observó con regularidad en el resto de las áreas. Martínez y Chang (1983), al evaluar la frecuencia de aparición de los actinomicetos y hongos en diferentes tipos de suelos cubanos, concluyeron que ambos grupos se desarrollan mejor en los suelos con características hidrofísicas favorables, constataron que en la época más húmeda, los actinomicetos tienden a disminuir, mientras que los hongos aumentan ligeramente. En general en las áreas estudiadas a pesar de que existen diferencias significativas en el número total de los grupos entre las áreas, no se apreciaron variaciones en la composición relativa de los grupos microbianos con relación a la microflora total.

CONCLUSIONES

- ◆ El número de unidades formadoras de colonias de la microflora total, muestra diferencias significativas entre las áreas en dependencia al método agroecológico utilizado, la estacionalidad y la profundidad del suelo.
- ◆ La población de microorganismos totales es superior en el período lluvioso y en la profundidad de 0-10 cm.
- ◆ Las condiciones físicas - químicas del suelo (densidad aparente, capacidad de retención de agua y el contenido de materia orgánica) y la presencia de cultivos perennes estimula la presencia de un mayor número de microorganismos totales en el área de forraje.
- ◆ La composición relativa de bacterias, hongos y actinomicetos es similar en las áreas, no se afecta por las transformaciones de éstas.

REFERENCIAS

- Abdel-ghaffar, A. S., M. H. A. EL-Shakwear, y N. S. Barakat 1977. *Soil organic matter studies*. Marcel Dekker, New York, pp. 350.
- Balasubramanian, A., A. Siddarumappa, y G. Rangaswami 1972. Effect of organic manuring on the activities of the enzymes hydrolysing sucrose and urea and on soil aggregation *Plant Soil* p.p 37:319-328.
- Fernández, C. C., y R. S. Novo 1988. *Vida microbiana en el suelo*. Pueblo y educación, La Habana, p. 467.
- Funes, F. M., y D. Hernández 1996. Algunas consideraciones y resultados sobre la elaboración y utilización del compost en fincas agroecológicas. *Agricultura Orgánica*, 2(1): 8-12.
- García, C., T. Hernández, J. Pascual, J. L. Moreno y M. Ros 2000. Actividad microbiana en suelos del sureste español sometidos a procesos de degradación y desertificación. Estrategias para su rehabilitación. Cap. II. *Investigación y Perspectivas de la Enzimología de Suelos en España* eds. Carlos García y María Teresa Hernández. CSIC - CEBAS.
- Izquierdo, I., 1999. Influencia de la aplicación de los métodos agroecológicos sobre algunas características del suelo. Tesis en opción al título de Master en Ecología y Sistemática. Mención en Ecología, pp 20
- Izquierdo, I., G. Hernández y M. E. Rodríguez. [En Prensa]. Influencia de la aplicación de los métodos agroecológicos sobre algunas características del suelo. I Actividad fosfatasa e Invertasa. *Acta Botánica Cubana*
- Magdoff, F. R., ed. 1997. Calidad y manejo de los suelos. Cp.16 En *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable*. CLADES - ACAO, La Habana, pp. 211-221.
- Martínez, C. A., e I. Chang. 1983. Características biológicas de los principales suelos de Cuba. III Hongos y Actinomicetos. *Cienc. Agr.*, 15:5-9.
- Martínez, C. A., A. Palenzuela, e I. Chang. 1981. Características biológicas de los principales suelos de Cuba. I Microflora total. *Cien. Agr.*, 9: 91-102.
- Martínez, C. A., I. Alemán, T. Bach, y B. J. Calero 1987. Efecto del riego con aguas residuales de la producción azucarera II Microflora asociada al carbono del suelo. *Cienc. Agr.*, 30:118-127.
- Mayea, S. S., S. R. Novo, y A. A. Valiño. 1982. Introducción a la Microbiología del suelo. Pueblo y Educación, La Habana, pp.123.
- Odum, E. P., ed. 1986. Ecología terrestre. Cap. 14. En *Ecología*. Editorial Revolución, La Habana, pp. 400-446.
- Pochon, J., y P. Tardieux. 1962. *Techniques d'analyse en microbiologie du sol*. Editions de la Tourelle, Saint-Mandé, París p.p 102.
- Rodríguez, M. E., N. Ricardo., y L. Menéndez.1988. Descomposición de la necromasa en el ecosistema. En *Ecología de los Bosques Siempreverdes de la Sierra del Rosario, Cuba, proyecto MAB N°1 1974-1987*. (R. A. Herrera, L. Menéndez, M. E. Rodríguez y E. E. García, eds.), ROSTLAC, Montevideo, Uruguay, pp: 518-558.

Tabla 1. Análisis de varianza de la microflora total del suelo, en interacción con los factores áreas o manejo (A), profundidad (B) y época (C).

Valores de F y Significación	
Fuente de Variación	Microflora Total
Área (A)	110 853.80 ***
Profundidad (B)	342 822.40 ***
Época (C)	212 906.00 ***
A x B	33 360.64 ***
A x C	30 705.55 ***
B x C	49 096.90 ***
A x B x C	22 729.30 ***

Nota: *** = $p < 0.001$

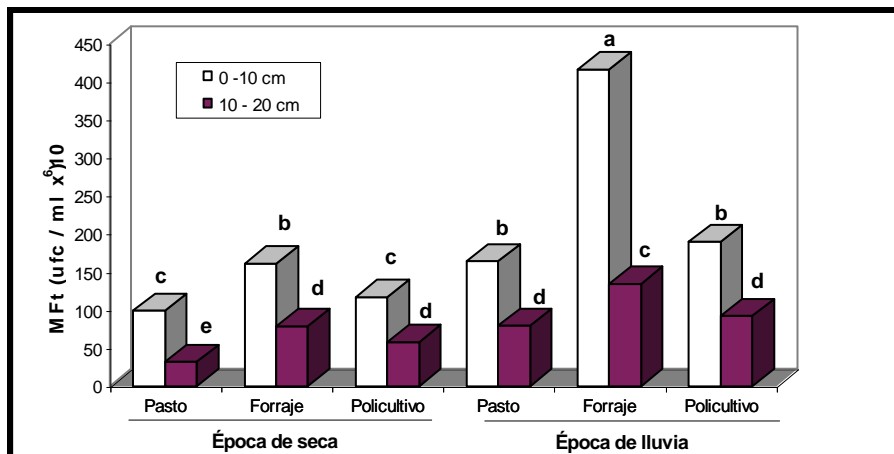
Tabla 2. Análisis de varianza de los grupos microbianos: Bacterias, Hongos y Actinomicetos en interacción con los factores: manejo (A), profundidad (B) y época (C).

Valores de F y Significación			
Fuente de Variación	Bacterias	Actinomicetos	Hongos
Manejo (A)	30301.5 ***	8516.11 ***	2639.54 ***
Profundidad (B)	57723.03 ***	90880.34 ***	5493.28 ***
Época (C)	34159.74 ***	48599.69 ***	8403.42 ***
A X B	10891.29 ***	139.89 ***	2132.46 ***
A X C	9899.43 ***	1224.88 ***	1610.09 ***
B X C	8094.24 ***	8063.97 ***	3973.56 ***
A X B X C	9803.69 ***	19,52 ***	1134.48 ***

Nota: *** = $p < 0.001$

Tabla 3. Valores promedios (ufc) de los grupos de Hongos (H), Bacterias (B) y Actinomicetos (A) en las áreas de Pasto (P), Forraje (F) y Policultivo (C). Profundidad (0 -10 y 10 - 20 cm) y Estacionalidad (Seca y Lluvia).

Variables	Seca						Lluvia					
	P (0 -10)			P (10-20)			P (0 -10)			P (10-20)		
	P	F	C	P	F	C	P	F	C	P	F	C
H x 10 ³	14 f	29.5 c	10.7 fg	7.5 g	6.1 g	8 g	82.6 c	337.3 a	89.5 b	13 fg	58.3 d	34.5 e
B x 10 ⁶	66 d	99.6 b	79 c	21.5 g	59.2 e	44.6 f	83.6 b	279 a	99.6 b	54 e	87.3 b	59.3 e
A X 10 ⁶	31.9 g	58.8 d	37.3 f	8.6 i	18.9 j	12.5 k	72.1 c	103.8 a	81.3 b	24.1 i	41 e	29.3 h

Nota : Letras iguales no difieren entre sí ($P < 0.05$) según prueba de Duncan, para cada grupo analizado entre filas.Fig. 1. Valores promedios de la microflora total. Barras con letras distintas difieren significativamente ($P \leq 0.05$ mediante la prueba de Duncan).

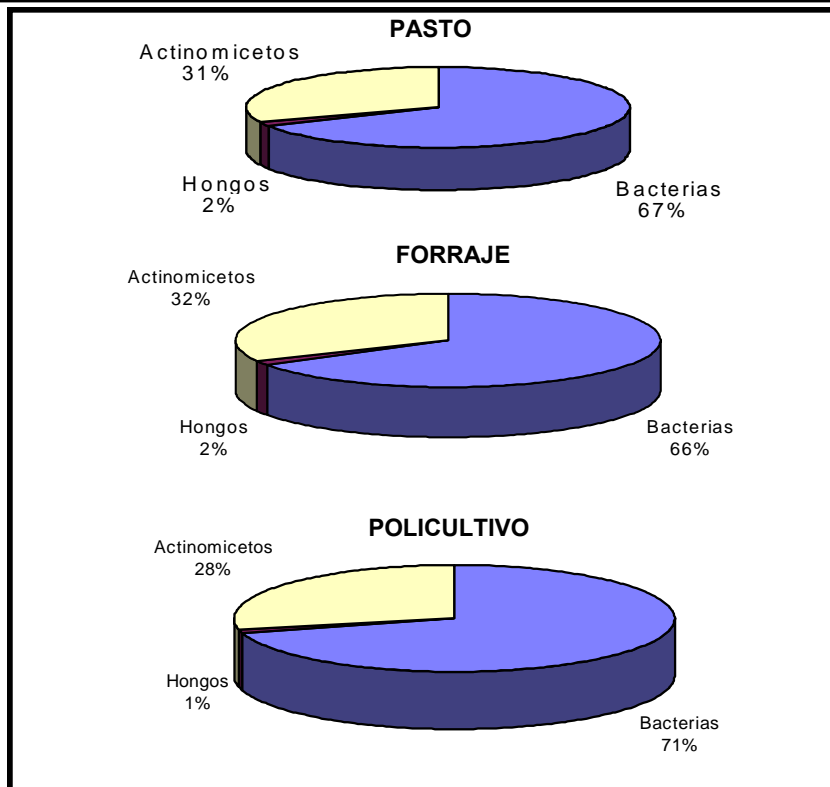


Fig. 2. Composición relativa de los grupos de microorganismos presentes en cada área durante el período seco.

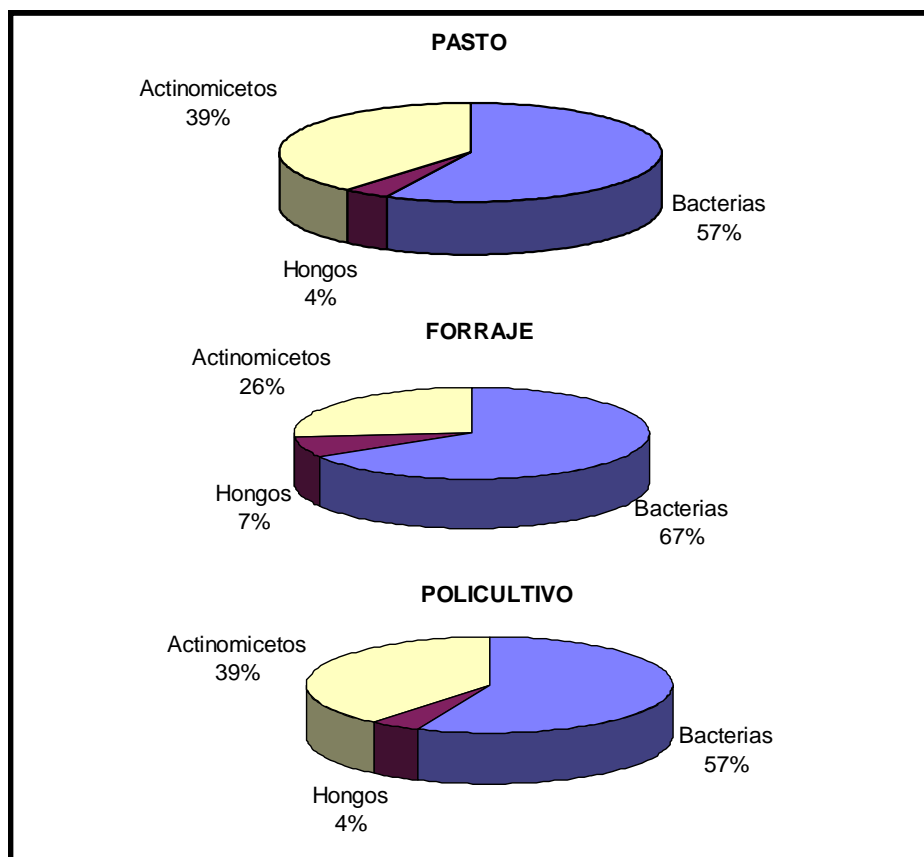


Fig. 3. Composición relativa de los grupos de microorganismos presentes en cada área, durante el período lluvioso.