

EFFECTO DEL MANEJO DE SUELO SOBRE LAS POBLACIONES MICROBIANAS EN SUELOS DE LA SIERRA DE ECUADOR

B. Paucar¹, N. Díaz², S. Alvarado¹.

1. Departamento de Manejo de Suelos y Aguas, Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, betty.paucar@iniap.gob.ec, betmarip@hotmail.com

2. Departamento de Protección Vegetal, Estación Experimental Santa Catalina del INIAP.

Palabras claves: población de microorganismos, unidades formadoras de colonia (UFC), cultivos, manejo de cultivos.

INTRODUCCION

El suelo constituye un gran reservorio de microorganismos, y estos son importante para la salud de los ecosistemas debido a que desempeñan funciones de gran importancia en relación con procesos de edafogénesis; ciclos biogeoquímicos de elementos como el carbono, el nitrógeno, oxígeno, el azufre, el fósforo, el hierro y otros metales; fertilidad de las plantas y protección frente a patógenos; degradación de compuestos xenobióticos, etc. (Girard y Rougieux, 1964; Olalde y Aguilera, 1998; Nogales, 2005).

Por otra parte se conoce que los microorganismos son sensibles a procesos de contaminación y/ o mal manejo de los suelos (Acuña *et al.*, 2006), es por ello que los efectos de las prácticas agrícolas, así como los producidos por los fertilizantes y sistemas de cultivo pueden ser evaluados a partir de las determinaciones de la biomasa microbiana y el conteo de las poblaciones microbianas más importantes del suelo.

Estudios realizados en Andisoles del Departamento de Antioquia – Colombia muestran que en suelos vírgenes se encontraron mayor cantidad de población bacteriana, 9 Unidades formadoras de colonia por gramo de suelo seco (UFC/gss) en comparación a los encontrados en suelos con labranza de 10 y 20 años que fue de 3 UFC/gss (Ramírez *et al.*, 2011). Mientras que en suelos montañosos de Taiwan se encontraron poblaciones bacterianas desde $4,48 \times 10^6$ a $1,72 \times 10^7$ unidades formadoras de colonia por gramo de suelo seco (UFC/gss), $1,05 \times 10^6$ a $2,79 \times 10^6$ UFC/gss de hongos y $2,45 \times 10^4$ a $6,68 \times 10^4$ UFC/gss de actinomicetos (Yang *et al.*, 2003). En suelos de bosque espinoso de Guanajuato de México se encontró $60 \times 10^6 \pm 15 \times 10^6$ propágulos de bacterias y $17 \times 10^4 + 5 \times 10^4$ propágulos de hongos por gramo de suelo (Olalde y Aguilar, 1998). En Manabí -Ecuador en suelos de origen Aluvial y Vertic se encontró que los hongos fueron más sensibles a cambios del uso de la tierra, encontrándose mayor población en los arrozales con 8.11×10^4 UFC/gss y una menor población en los sistemas agroforestales de café con $1,97 \times 10^4$ UFC/gss (Morales, 2004).

Además, en Ecuador existe muy poca información sobre poblaciones de microorganismos del suelo. Por todas estas razones se propone presentar una recopilación de la información más relevante de los análisis microbiológicos realizados en el área de Microbiología de Suelos del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, con la finalidad de mostrar la influencia de los manejos y cultivos sobre la población microbiana.

OBJETIVOS

Cuantificar las poblacionales de bacterias, hongos, actinomicetos y grupos funcionales (degradadores de celulosa, fijadores asimbióticos de nitrógeno y solubilizadores de fósforo) en suelos de la sierra ecuatoriana con diferentes cultivos y manejos.

METODOLOGIA

Las muestras de suelo analizadas, corresponden a cinco Provincias de la sierra ecuatoriana (Pichincha, Tungurahua, Cotopaxi, Chimborazo y Cañar), bajo un manejo orgánico y/o convencional, con diferentes cultivos.

Una vez ingresadas al laboratorio se procedió a sembrarlas por metodología de dilución serial, y en medios específicos de acuerdo a las metodologías descritas por Novo y Hernández (2003) y Girard y Rougieux, (1964) (Cuadro 1), posteriormente se las incubo por diferentes tiempos (de acuerdo al grupo de microorganismos); después se realizó el conteo de unidades formadoras de colonia y se las reporto por gramo de suelo seco (UFC/gss).

Cuadro 1. Grupos de microorganismos, medios de cultivo y temperatura de incubación.

Grupo de microorganismos	Medio de cultivo	Temperatura °C
Bacterias	Agar Nutritivo	37
Hongos	Agar Rosa de Bengala	37
Actinomicetos	Agar Caseína	37
Degradadores de celulosa	Agar Extracto Suelo	30
Solubilizadores de fósforo	Agar Ramos Callao	30
Fijadores de Nitrógeno	Agar Watanabe	37

Los datos a presentarse en los resultados son promedios de varias repeticiones y no fueron sujetos de análisis estadísticos.

RESULTADOS

1. Tipo de Microorganismos

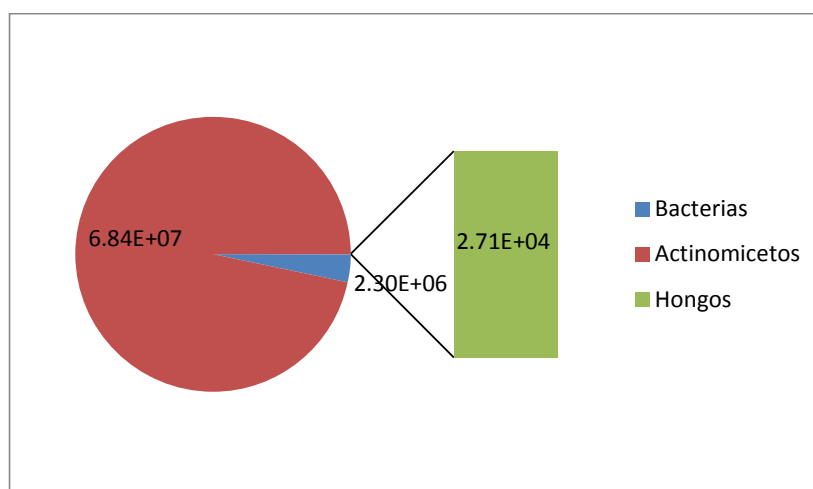


Gráfico 1. Promedio de las poblaciones de bacterias, hongos y actinomicetos del suelo encontrados en las provincias de Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo y Cañar.

En los suelos de la sierra ecuatoriana se encontraron mayor cantidad de actinomicetos con $6,84 \times 10^7$ (UFC/gss), seguidos por bacterias ($2,30 \times 10^6$ UFS/gss) y por último los hongos con $2,71 \times 10^4$ UFC/gss (Gráfico 1). Estos resultados difieren con los resultados reportados por Yang, *et al.*, (2003) sobre los suelos montañosos de Taiwan, donde la población de bacterias es mayor con $1,38 \pm 0,26 \times 10^6$ a $6,37 \pm 0,21 \times 10^6$

UFC/gss, seguida por los hongos con $2,31 \pm 0.16 \times 10^5$ a $2.42 \pm 0.33 \times 10^6$ y por último los actinomicetos con $1,12 \pm 0.21 \times 10^4$ y $7,33 \pm 0,64 \times 10^4$ UFC/gss, además, otros autores como Olalde y Aguilera, (1998) y Coyne (2000), manifiestan que las bacterias son la población más abundantes de los suelos, seguido por los actinomicetos y luego los hongos.

La alta población de actinomicetos indica que, los suelos de la sierra son ricos en materia orgánica, pues se conoce que donde hay mayor cantidad de materia orgánica hay mayor cantidad de actinomicetos (Coyne, 2000). Con estos resultados podemos decir que los suelos de la sierra ecuatoriana tienen un comportamiento distinto a otros suelos de otros países.

2. Efecto del Manejo de los suelos sobre la población de hongos

Pese a que la población de hongos fue menor, se pudo ver que los manejos y los cultivos afectan en su diversidad (Foto 1). Por ejemplo en el cultivo de papa el clon 8 con manejo químico, en la provincia de Chimborazo, tuvo mayor número de géneros de hongos (*Botrytis* sp, *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Periconia* sp.) que en las otras variedades de papa con el mismo tipo de manejo. También se pudo observar esto en el cultivo de frutilla, en este caso el suelo antes de la siembra presentó el mayor número de géneros (*Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Scopulariopsis* sp., *Trichoderma* sp., *Cladosporium* sp., *Didymostilbe* sp., *Pyrenochaeta* sp.) y estos disminuyeron cuando se estableció el cultivo de frutilla bajo diferentes tipos de manejo. En el caso de la palma africana, la variedad afectó en la presencia de los géneros de hongos, es así que la variedad IRHO y Costa Rica tuvieron siete géneros de hongos. En la mayoría de los suelos se observó la presencia de los géneros *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp, y *Fusarium* sp., estos géneros son hongos saprofitos y el último también puede comportarse como patógeno de plantas.



Foto 1. Hongos del suelo.

Además, en algunos suelos se encontraron a los géneros *Trichoderma* sp y *Paecilomyces* sp., que son hongos antagonistas de fitopatógenos y plagas.

3. Efecto del Manejo sobre las poblaciones de los grupos funcionales

Cuadro 2. Promedios de poblaciones de los grupos funcionales en las diferentes provincias de la sierra de Ecuador.

Grupos Funcionales	Pichincha	Cotopaxi	Tungurahua	Chimborazo	Cañar
Solubilizadores de fósforo	1.12E+06	3.68E+06	4.91E+05	2.28E+07	1.40E+06
Degradadores de celulosa	3.73E+06	1.31E+06	3.58E+06	7.48E+06	1.13E+07
Fijadores asimbiotes de nitrógeno	6.39E+05	1.30E+05	2.67E+04	1.70E+03	2.46E+05

En el cuadro 2, se puede observar que la provincia más afectada por los manejos realizados al cultivo y al suelo es la Provincia de Chimborazo, donde se observó que la población de solubilizadores de fósforo es la más alta, mientras que la población de fijadores asimbiotes de nitrógeno es la más baja en comparación a las otras provincias, lo que se debió posiblemente al efecto de los manejos aplicados. Corroborándose esto con lo mencionado por Acuña *et al*, (2006), quien menciona que los microorganismos son los más sensibles a procesos de contaminación y mal manejo.

En la provincia de Pichincha se pudo detectar que los manejos aplicados al suelo y al cultivo tienen su efecto; observándose claramente esto, en el cultivo de pasto con aplicaciones continuas de gallinaza, pues disminuyó la cantidad de población bacteriana (1.25×10^4 UFC/gss), actinomicetos y degradadores de celulosa en comparación a los otros cultivos y manejos cuya población fue entre 10^5 y 10^6 para las bacterias, y por otra parte hubo ausencia de hongos, solubilizadores de fósforo y fijadores asimbiotes de nitrógeno, lo que no sucedió en los otros cultivos y manejos. El efecto de la gallinaza se confirmó, a través del análisis microbiológico de compost cuya materia prima fue gallinaza donde se observó ausencia de microorganismos solubilizadores de fósforo y una baja población de fijadores asimbiotes de nitrógeno con $1,80 \times 10^2$ UFC/gss (INIAP, DMSA, Microbiología de Suelos, 2010).

En la provincia de Cotopaxi, se pudo observar el efecto de los cultivos sobre las poblaciones de bacterias, actinomicetos y solubilizadores de fósforo, es así que donde hubo rotación de cultivos papa, chocho y maíz hubo mayor presencia de los microorganismos antes mencionados que, en la rotación de cultivos con brócoli, zanahoria y tomate de árbol. No se observó ningún efecto sobre la población de hongos y fijadores asimbiotes de nitrógeno, pues, las poblaciones fueron parecidas en los dos tipos de rotaciones. Por tanto se puede decir que los suelos donde se maneja orgánicamente y con rotación de cultivos, tienen alta fertilidad, pues se menciona que un suelo rico en materia orgánica y microbiota es un indicador de alta fertilidad y disponibilidad de nutrientes (Gómez, 2000).

En la provincia de Tungurahua se pudo observar que los microorganismos fijadores de nitrógeno son los más sensibles al tipo de manejo y a los cultivos, observándose mayor presencia de estos en el cultivo de mora con aplicaciones de Biol que en el cultivo de papa. La mayor población se presentó en el cultivo de mora de tres años con aplicaciones de biol, cuya población fue de $1,24 \times 10^5$ UFC/gss.

A la vez, en la provincia de Chimborazo en suelos con cultivo de papas, se pudo observar que el manejo químico y las variedades afectan en la población de los microorganismos como actinomicetos y sobre todo a los fijadores de nitrógeno, pues no hubo presencia de este último grupo. Lo cual se confirma con lo reportado por Pucha (2007), que muestra que la población de fijadores de nitrógeno disminuye con la aplicación de fertilizantes químicos.

En tanto que en la provincia de Cañar con cultivos de frutilla con diferentes dosis de aplicación de biol, se observó que la dosis del 10 % ayuda a incrementar a la población de celulolíticos, solubilizadores de fósforo y fijadores asimbiotes de nitrógeno. Corroborando a lo mencionado anteriormente en que el biol ayuda a incrementar la población de fijadores de nitrógeno pero en una dosis adecuada.

Todo esto demuestra que los microorganismos son sensibles al manejo del suelo y a la variedad del cultivo, confirmándose esto con los resultados obtenidos en el cultivo de maní donde la variedad, determina la asociación del microorganismo (*Bradyrhizobium* sp) con el cultivo (Revelo *et al*, 2011). También lo confirma Nogales (2005), mencionando que las diferentes prácticas agrícolas, el tipo de plantas que se cultivan, la fertilización y los tratamientos con pesticidas y herbicidas tienen un efecto en la diversidad de las comunidades microbianas de suelos.

Por otra parte, los microorganismos por su funcionalidad pueden ser aprovechados para mejorar al suelo y al cultivo, por esta razón en el año 2008 se aisló a la bacteria *Bacillus* sp (Foto 2), con el fin de utilizarla como promotora de crecimiento, pues se pudo observar que posee características antagonistas contra otras bacterias.



Foto 2. Bacteria antagonista (*Bacillus* sp)

CONCLUSIONES

- Los actinomicetos son el grupo más abundante en los suelos de la sierra ecuatoriana.
- La diversidad de los hongos se afecta por el tipo de manejo de suelo y el cultivo.

- La aplicación continua de gallinaza disminuye la población microbiana del suelo (bacterias y actinomicetos) y anula a los hongos, solubilizadores de fósforo y fijadores asimbiotes de nitrógeno.
- La dosis adecuada de biol ayuda a incrementar la población de fijadores de nitrógeno.
- El manejo orgánico mediante la aplicación de abonos orgánicos y rotación de cultivos, mejora la población de microorganismos del suelo.

BIBLIOGRAFIA

1. Acuña, O; Peña, W; Serrano, E; Pocasangre, I; Rosales, F; Delgado, E; Trejos, J; Segura, A. 2006. La importancia de los microorganismos en la calidad y salud de los suelos. XVII Reunión Internacional de asociación para cooperación e investigación sobre banano en Caribe y América Tropical. Consultado el 22 de septiembre. 2011. Disponible en http://www.musalit.org/pdf/IN060651_es.pdf.
2. Coyne, M. 2000. Microbiología del Suelo: Un Enfoque exploratorio. Trad. MT. Gómez- Mascaraque Pérez. Madrid- España, Editorial Paraninfo. 416 p.
3. Girard, H; Rougieux, R. 1964. Techniques de microbiologia agricole. Francia, Editora Dunod. 267 p.
4. Gómez, R. 2000. Elaboración de abonos orgánicos con bajos insumos en las condiciones del productor rural Memoria del primer seminario de investigación científica y tecnológica sobre el istmo de los Estados de Veracruz, Chiapas, Tabasco y Oaxaca". ECOSUR, Unidad Tabasco. Consultado el 22 de septiembre. 2011. Disponible en www.ciesasgolfo.edu.mx/itsmo/docs/jponencias.htm.
5. Nogales, B. 2005. La microbiología de suelo en la era de la biología molecular: descubriendo la punta del iceberg. Ecosistemas 14 (2): 41-51. Consultado el 22 de septiembre. 2011. Disponible en <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?id=116>.
6. Novo, R; Hernández, A. 2003. Manual práctico de microbiología del suelo. Ciclo de conferencias. Cuba: Universidad Agraria de la Habana. 32 p.
7. INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias)- EESC_ DMSA - MICROBIOLOGIA DE SUELOS, 2010. Archivos de los resultados de los análisis microbiológicos.
8. Morales, R. 2004. Estudio de la diversidad microbiana en sistemas agroforestales de café (*Coffea arabica*), y cultivos de pastos y arroz (*Oriza sativa*) en dos tipos de suelo en el sur de Manabí. Tesis Ingeniera Agrónoma. Quito, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. 86 p.
9. Olalde, V; Aguilera, L. 1998. Microorganismos y Biodiversidad. Revista TERRA de la Universidad Autónoma de Chapingo 16 (3): 289-292.
10. Pucha, AP. 2007. Verificación y cuantificación de microorganismos involucrados en el proceso de compostaje aerotermico de residuos de producción orgánica. Tesis Ingeniera Agrónoma. Riobamba, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Agronómica. 84 p
11. Ramírez, R; Trujillo, P; Rivera, B. 2011. Identificación y cuantificación de la actividad microbiana, y macro fauna de un andisol bajo diferentes sistemas de manejo, en el municipio de Marinilla (Antioquía). 26 p. Consultado el 22 de septiembre. 2011. Disponible en http://www.unalmed.edu.co/~esgeocien/documentos/rramirez/identificacion_y_cuantificacion_de_la_actividad_microbiana_y_macro_fauna_de_un_andisol_bajo_diferentes_sistemas_de_manejo_en_el_municipio_de_marinilla_antioquia.pdf
12. Revelo, J; Valverde, F; Paucar, B; Sangurima, C, González, A; Guaman, F; Yaguana, M; Urquiaga, S. 2011. Eficiencia de la capacidad de fijación de nitrógeno atmosférico de cepas nativas de *Bradyrhizobium* spp, mediante el uso

- del isótopo ^{15}N , en variedades de maní (*Arachis hipogaea*) y su efecto en la rotación con maíz (*Zea mays*) en Bramaderos- Loja. p 12. En revisión para publicación. 12 p.
13. Yang, S; Fan, H; Yang, C; Lin, I. 2003. Microbial Population of spruce soil Tatchia mountain of Taiwan. Chemosphere 52 (9): 1489- 1498.