

IMPORTANCIA DE LOS MICROORGANISMOS DE SUELO EN LA AGRICULTURA

Boletín del PITTA de Agricultura Orgánica

LOS MICROORGANISMOS DEL SUELO

Ing. Yinnel Soto Araya

ysoto@mag.go.cr/jabiru01@gmail.com

La agricultura orgánica o ecológica visualiza el suelo como un entorno muy complejo, dinámico y en constante cambio, el cual cuenta con cuatro componentes esenciales: a) las rocas, también conocidas como minerales; b) el aire; c) el agua; d) el material orgánico, es decir, las hojas y los animales que se encuentran en descomposición. Sin embargo, existe un quinto elemento, por el cual el suelo es considerado un organismo vivo, y esto se debe a que en él conviven millones de pequeños microorganismos. Algunos de ellos solamente pueden observarse mediante el uso de un microscopio, otros pueden identificarse a través de una lupa o estereoscopio, o aquellos de mayor tamaño como lombrices, cien pies, arañas, mil pies, e innumerables insectos que, en conjunto conforma la denominada macrofauna del suelo.



Figura 1. Organismos que habitan en el suelo.

Los componentes del suelo son los que se encargan de alimentar toda la vida que forma parte del mundo vegetal. Cada una de las partes del suelo resultan fundamentales para que se pueda producir el adecuado desarrollo de las plantas, por lo que es esencial que todas se encuentren en buen estado para que las plantas logren sobrevivir, sin embargo, son los microorganismos los principales responsables del mantenimiento y la fertilidad del suelo.

Grupos de microorganismos

La población de microorganismos del suelo se divide en tres grupos:

- Microorganismos que son característicos de cada suelo particular y siempre están presentes.
- Microorganismos que se desarrollan bajo la influencia de tratamientos específicos del suelo como son: adición de materia orgánica, fertilización y aireación.
- Microorganismos que son introducidos en el suelo intencionalmente (abonos bacterianos) y los que no se introducen intencionalmente (patógenos de plantas). Pueden morir rápidamente o sobrevivir en el suelo o en los restos de las plantas.

Algunos de los principales microorganismos que podemos encontrar en el suelo son los siguientes:

- **Bacterias:** se consideran el grupo más diverso de microorganismos en el suelo y pueden ser beneficiosos o fitopatógenos. Su tamaño es pequeño (0,1 a 1 micras), se alimentan de compuestos orgánicos e inorgánicos, pueden desarrollarse a diversas temperaturas, pH y crecer en presencia o ausencia de oxígeno.

- La mayoría de las bacterias del suelo que son importantes para las plantas crecen en presencia de oxígeno, temperaturas medias y se alimentan de compuestos orgánicos. Algunas bacterias importantes del suelo son los géneros: *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Beijerinckia*, *Nitrosomas*, *Nitrobacter*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Thiobacillus*, *Lactobacillus*, *Aerobacter*, *Clostridium*, y *Arrobacter*.
- **Hongos:** pueden ser patógenos, parásitos, de vida libre, levaduras u otros como las micorrizas, que viven y pueden estar unidos o en simbiosis con las raíces de las plantas. La simbiosis se refiere específicamente a la relación que existe entre dos organismos de diferentes especies para beneficiarse mutuamente. Por ejemplo, por medio de las micorrizas, el hongo le permite a la planta mejor captación de nutrientes, agua y minerales, así como defensas contra patógenos; mientras que la planta le proporciona al hongo azúcares y un microhábitat para completar su ciclo de vida. En el caso de las levaduras, su función consiste en fermentar carbohidratos para producir alcoholes que son utilizados por otros microorganismos como fuente de energía. Algunos hongos, levaduras y micorrizas de importancia agrícola son: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Rhizopus*, *Glomus*; y levaduras del género *Saccharomyces* y *Rhodotorula*.
- **Protozoarios:** son aquellos organismos que requieren de oxígeno para vivir por lo que están presentes cerca de la superficie del suelo. Su alimentación consiste en algas y bacterias del propio suelo.
- **Microalgas:** al igual que los anteriores, se encuentran presentes cerca de la superficie del suelo y constituyen una fuente de alimento para protozoarios, hongos, lombrices de tierra y nematodos.
- **Actinomicetos:** son microorganismos que presentan características intermedias entre los hongos y las bacterias. Se encuentran en el suelo, las aguas estancadas, el lodo y los materiales orgánicos en degradación. Tienen la capacidad de segregar antibióticos, participan en el proceso de formación de la capa superficial del suelo enriquecida en materia orgánica (humus) y en la alimentación de las plantas al mineralizar la materia orgánica. Por lo general se desarrollan bien en suelos pH desde 5 hasta 7, bien aireados y con alto contenido de materia orgánica. Los géneros de actinomicetos de suelo más importantes para la nutrición de las plantas son: *Streptomyces*, *Nocardia*, *Micromonospora*, *Thermoactinomyces*, *Frankia* y *Actinomyces*.

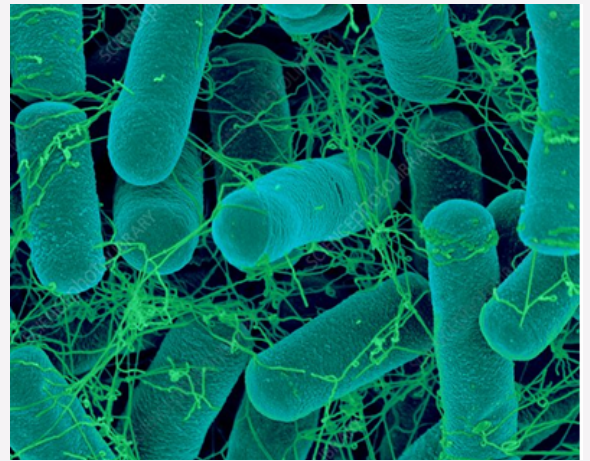


Figura 2. Micrografía electrónica de barrido a color (SEM) de la bacteria de suelo *Bacillus thuringiensis* utilizada como alternativa biológica ante plaguicidas . (Science Photo Library (SPL), Collection Dennis Kunkel Microscopy).

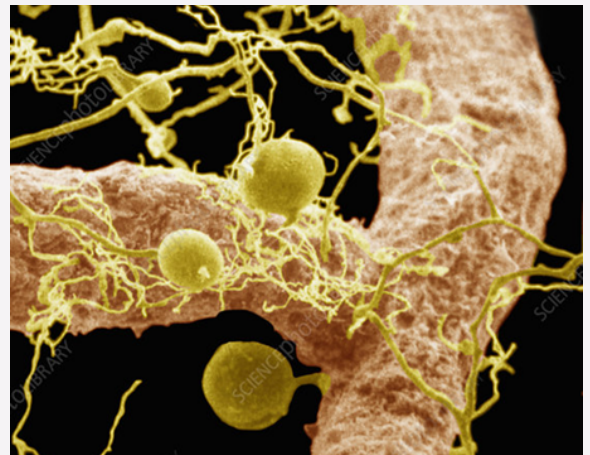


Figura 3. Micrografía electrónica de barrido a color (SEM). Micorrizas en una raíz de soja. (Science Photo Library (SPL), Credit DR. MERTON BROWN).



Figura 4. Micrografía electrónica de barrido a color (SEM) de las esporas de *Penicillium* sp. el género de hongos más abundante en suelos. (Science Photo Library (SPL), Credit EYE OF SCIENCE).

Principales funciones de los microorganismos

- Descomponen y transforman la materia orgánica y los residuos de cosecha lo que favorece a la aireación, almacenamiento de agua y fertilidad del suelo. **Ejemplo:** el humus.
- Generan una amplia variedad de metabolitos secundarios que sirven para el crecimiento, protección y desarrollo de las plantas. **Ejemplo:** los antibióticos.
- Mejoran la fijación, disponibilidad, absorción, movilización y la solubilidad de minerales, nutrientes y agua en el suelo. **Ejemplo:** el nitrógeno y el potasio.
- Mejoran la sanidad vegetal a través del control biológico de fitopatógenos en la raíz y en las hojas.
- Inducen en las plantas la resistencia sistémica a las enfermedades. **Ejemplo:** Algunas bacterias del género *Bacillus* pueden inducir mecanismos de defensa en las plantas contra enfermedades producidas por virus.
- Estimulan la germinación de las semillas, la emergencia y establecimiento de las plántulas, además de generar un mayor desarrollo de las raíces y de pelos radiculares.
- Aumentan la capacidad fotosintética de la planta, por ende, la producción de biomasa de las plantas.
- Disminuyen el estrés causado por factores ambientales como la sequía, acidificación y salinidad del suelo.
- Eliminan o neutralizan los suelos contaminados por compuestos tóxicos y metales pesados.



Figura 5. Observación microscópica de *Trichoderma harzianum* sobre el control de las hifas de *Mycosphaerella fijiensis* en microcultivo (Suárez et al., 2013).



Figura 6. Humus. El Humus aporta nutrientes lentamente al suelo y proporciona a este, características muy atractivas para los microorganismos, cultivos y plantas.

Factores y prácticas que afectan a los microorganismos en el suelo

- La fertilización química y el uso excesivo o indebido de pesticidas agrícolas afecta drásticamente el entorno del suelo y reduce el número de microorganismos presentes en él.
- La compactación del suelo o una mala estructura disminuye la biomasa microbiana del suelo y su actividad.
- Las plantas transgénicas pueden afectar el desarrollo de micorrizas y otros microorganismos de la raíz.
- El mal uso de la maquinaria agrícola y la excesiva preparación de los terrenos puede romper la estructura del suelo y también las redes de micelios producidos por las micorrizas.
- El bajo contenido de humedad en el suelo disminuye la posibilidad para que algunos microorganismos puedan moverse, crecer y realizar sus funciones.
- La actividad metabólica de los microorganismos se puede reducir cuando se alcanzan temperaturas que superan el umbral térmico en el cual desarrollan sus actividades. **Ejemplo:** La cantidad y tipo de bacterias varía según las condiciones ambientales del suelo, principalmente con la temperatura y la humedad.
- Los suelos ácidos impiden el desarrollo de algunas bacterias, hongos y actinomicetos importantes del suelo.
- La disminución de la materia orgánica impide atraer, retener o fijar a los microorganismos, por lo que cambios en la composición de esta pueden tener un papel importante en la dispersión de los microorganismos del suelo.

Conclusiones

Los suelos agrícolas que se encuentran sometidos a prácticas convencionales como la mecanización continua, aplicación de agroquímicos y fertilizantes de síntesis química, la compactación del suelo, los monocultivos, quemas entre otras, tienden a degradar rápidamente el suelo y por ende provocan una gran disminución de las poblaciones de microorganismos.

Por tal razón, la agricultura orgánica mediante el implemento de prácticas ecológicas, busca obtener un aumento del contenido de materia orgánica en el suelo, la cual a su vez tiene un efecto positivo sobre la actividad microbiológica que habita en el mismo.

Las prácticas orgánicas permiten el mantenimiento, protección e incrementos de los microorganismos y la macrofauna activa en el suelo. Esto es esencial, ya que ambos en conjunto propician al suelo esa característica suave y estable a la lluvia, que a su vez favorece a la infiltración.

Por lo tanto, para mantener la bioestructura del suelo es necesario que el productor pueda comprender que un suelo con condiciones óptimas de materia orgánica, vida microbiana y demás organismos, no solamente permiten conservar su fertilidad o recuperar su actividad natural, sino que también es esencial para mejorar la productividad, ya que dispone para las plantas los nutrimentos, proteínas, aminoácidos y vitaminas esenciales para su crecimiento hasta alcanzar un balance que permita un buen desarrollo vegetal.

Por las razones anteriores, actualmente dentro de las prácticas utilizadas en la agricultura orgánica se utiliza lo que se denomina como **“Biofertilización”** que consiste en aumentar el número de microorganismos de un suelo con el fin de que se aceleren los procesos microbianos aumentando la cantidad de nutrientes asimilables para la planta para obtener mejores rendimientos y de más calidad. De esta manera, una correcta la aplicación de prácticas orgánicas en el suelo mejora el hábitat e incrementa la población de los organismos, lo cual a su vez proporciona la capacidad para autorrecuperación de la arquitectura del suelo que ha sido dañada

Por último, debido a que los microorganismos juegan un papel esencial en el mantenimiento de la calidad, salud y fertilidad del suelo, es importante realizar en conjunto con un análisis de fertilidad, un análisis microbiológico, ya que mediante este estudio se puede determinar los integrantes de la comunidad microbiana que habitan en él, con el fin de poder desarrollar un plan de manejo adecuado para la aplicación de inoculantes sin perjudicar el equilibrio biológico de los suelos, y que además favorezcan las funciones en el ciclo nutricional tanto del suelo como de las plantas.

Referencias

Bautista Baños, S. 2006. El control biológico en la reducción de enfermedades postcosecha en productos hortofrutícolas: Uso de microorganismos antagónicos. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha 8(1):1-6.

Blancka; Y; Samaniego, G; Reyes Ramírez, A; Moreno Valenzuela, OA; Tun Suárez, JM. 2017. Resistencia sistémica inducida contra virus fitopatógenos mediada por la inoculación con la rizobacteria *Bacillus* spp. Revista Protección Vegetal 32 (1): 2224-4697.

Camargo Ricalde, SL; Montaña, NM; De La Rosa Mera, CJ; Montaña Arias, SA. (2012). Micorrizas: una gran unión debajo del suelo. Revista Digital Universitaria 13 (7): 1067-6079. [En Línea]: [Http://www.Revista.Unam.Mx/Vol.13/Num7/Art72/Index.Html](http://www.Revista.Unam.Mx/Vol.13/Num7/Art72/Index.Html).

Cano, MA. 2011. Interacción de microorganismos benéficos en plantas: micorrizas, *Trichoderma* spp. y *Pseudomonas* spp. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica 14(2): 15-31.

Corrales Ramírez, LC; Caycedo Lozano, L; Gómez Méndez, MA; Ramos Rojas, SJ; Rodríguez Tores, JN. 2017. *Bacillus* spp: An alternative for plant promotion by two enzymatic pathways. Revista NOVA 15 (27): 45-65.

Delgado Higuera, M. Los microorganismos del suelo en la nutrición vegetal. [En línea]: https://www.oriusbiotech.com/escrito-nom=Los_microorganismos_del_suelo_en_la_nutrici%C3%B3n_vegetal.

Ferrera Cerrato, R; Alejandro, A. 2001. La microbiología del suelo en la agricultura sostenible. Ciencia Ergo Sum 8 (2): 175-183.

García De Salamone, IE. 2011. Microorganismos del suelo y sustentabilidad de los agroecosistemas. Revista Argentina de Microbiología 43: 1-3.

Gondim Porto, C. 2013. Análisis microbiológico de un suelo agrícola mediterráneo tras la aplicación de lodos de depuradora urbana. Tesis de Doctorado. Madrid, España; Universidad Complutense De Madrid. 250 p.

Instituto Nacional De Innovación Y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). Análisis microbiológico de suelos. Segunda edición, San José, Costa Rica. 2015.

Jorge E. Garro Alfaro, JE. 2016. El suelo y los abonos orgánicos. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). San José, C.R. 106 p.

Martínez, MM; Ortega Blu, R. Estudio de la calidad de suelo a través de análisis microbiológicos y bioquímicos. Grupo de Investigación en Suelo Planta, Agua y Ambiente (GISPA). [En línea]: maria.martinez@agriservice.cl.
<https://www.redagricola.com/pe/estudio-la-calidad-suelo-traves-analisis-microbiologicos-bioquimicos/>.

Restrepo Correa, SP; Pineda Meneses, EC; Ríos Osorio, LA. 2017. Mechanisms of action of fungi and bacteria used as biofertilizers in agricultural soils: a systematic review. *Corpoica Ciencia Tecnología Agropecuaria* 18(2): 335-351. DOI: http://dx.doi.org/10.21930/rcta.vol18_num2_art:635.

Rocha, G; Santoyo, Y; Bustillos, R; Muñoz. J; Pérez, Y; Terron, R; Muñoz, A; Contreras, J. L; Villegas, M.C; Munive J.A. 2015. Los Microorganismos del suelo y su importancia biotecnológica en la agricultura y el ambiente. *Revista de Divulgación del Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP)*.