

**CLASIFICACIÓN DE LOS  
SUELOS AGRÍCOLAS  
EN BASE A SUS  
PROPIEDADES  
MICROBIOLÓGICAS**

**RESUMEN EJECUTIVO**

**LABORATORIOS A-L DE MEXICO SA DE CV  
WEST ANALÍTICA Y SERVICIOS SA DE CV**

## **CLASIFICACIÓN MICROBIOLÓGICA DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS**

Los microorganismos del suelo pueden ser clasificados en microorganismos descomponedores y sintetizadores. Los descomponedores están subdivididos en dos grupos, los que desarrollan descomposición oxidativa y otros la fermentativa. El grupo fermentativo está dividido en fermentación útil (simplemente llamada fermentación) y fermentación dañina (llamada putrefacción). Los microorganismos sintetizadores pueden subdividirse en grupos teniendo en cuenta la habilidad fisiológica para fijar nitrógeno atmosférico en aminoácidos y / o dióxido de carbono en moléculas orgánicas simples a través de la fotosíntesis.

La fermentación es un proceso anaeróbico por el que microorganismos facultativos (Ej., levaduras) transforman complejas moléculas orgánicas (Ej., carbohidratos) en componentes que pueden ser absorbidos directamente por las plantas. La descomposición aeróbica resulta en una completa oxidación de un sustrato y liberación de grandes cantidades de energía, gas y calor con dióxido de carbono y agua como productos finales. La putrefacción es el proceso por el cual microorganismos heterótrofos facultativos descomponen las proteínas anaeróbicamente, produciendo malos olores incompletamente oxidados, metabolitos (Ej., amonio, mercaptanos) que a menudo son tóxicos para plantas y animales.

El término "síntesis" como es usado aquí, hace referencia a la capacidad bio-sintetizadora de ciertos microorganismos para derivar energía metabólica fijando nitrógeno o dióxido de carbono atmosférico. En este contexto, se hace referencia a ellos como microorganismos sintetizadores, y si llegan a ser una parte predominante de la microflora del suelo, entonces el suelo podrá ser llamado un suelo sintetizador.

Los microorganismos nitro-fijadores son ampliamente diversos, extendiéndose desde bacterias autotróficas de vida libre de género *Azotobacter*, a bacterias heterótrofas simbióticas del género *Rhizobium*, y algas verde azules (ahora clasificadas como bacterias verde azules), todas ellas funcionando aeróbicamente. Los microorganismos del suelo fotosintéticos fijan dióxido de carbono en una manera similar a las plantas. Ellos también son ampliamente diversos, extendiéndose desde algas verde azules y algas verdes que desarrollan fotosíntesis aeróbica completa, hasta bacterias fotosintéticas que desarrollan una fotosíntesis anaeróbica incompleta.

### **Relaciones entre Putrefacción, Fermentación y Síntesis**

Los procesos de putrefacción, fermentación y síntesis se desarrollan simultáneamente de acuerdo con apropiados tipos y número de microorganismos que están presentes en el suelo. El impacto sobre la calidad del suelo, atributos y propiedades, es determinado por el proceso dominante. La producción de sustancias orgánicas por los microorganismos resulta de la toma de iones positivos, mientras la descomposición sirve para liberar esos iones positivos. Los iones del hidrógeno no se recombinarán con oxígeno para formar agua siendo utilizados para producir metano, sulfuro de hidrógeno, amoníaco, mercaptanos y otras sustancias altamente putrescibles, reducidas la mayoría, tóxicas para las plantas y generadoras de malos olores. Si un suelo es capaz de absorber el exceso de iones hidrogeno durante los periodos de anaerobiosis y si los microorganismos sintetizadores como las bacterias fotosintéticas están presentes, utilizaran esas sustancias putrescibles para producir sustratos útiles, lo que ayudará a mantener la salud y productividad del suelo.

Las bacterias fotosintéticas, quienes desarrollan fotosíntesis anaeróbica incompleta, son altamente deseables en los micro-organismos benéficos del suelo por

que son capaces de desintoxicar los suelos por la transformación de las sustancias reducidas y pútridas, como el sulfuro de hidrógeno a sustratos útiles. Esto ayuda a asegurar la eficiente utilización de la materia orgánica y mejorar la fertilidad del suelo. La fotosíntesis envuelve la división foto catalizada de las moléculas de agua cuya producción de oxígeno molecular es un subproducto. De esta manera, estos microorganismos ayudan a proveer de una vital fuente de oxígeno a las raíces de las plantas. Los componentes reducidos como metano y sulfuro de hidrógeno son, a menudo, producidos cuando los materiales orgánicos son descompuestos bajo condiciones anaeróbicas. Esos componentes son tóxicos y pueden suprimir en gran parte la actividad de los microorganismos nitro-fijadores. Es así como, si los microorganismos sintetizadores, como bacterias fotosintéticas que utilizan sustancias reducidas están presentes en el suelo, muy raramente ocurrirán deficiencias de oxígeno. De esa manera, los microorganismos nitro-fijadores que coexisten en el suelo con las bacterias fotosintéticas, pueden funcionar efectivamente en la fijación de nitrógeno atmosférico, aun bajo condiciones anaeróbicas. Las bacterias fotosintéticas no solo desarrollan fotosíntesis, sino que también pueden fijar nitrógeno. Además, han mostrado que cuando coexisten, en suelos con especies de *Azotobacter*, su habilidad para fijar nitrógeno se incrementa. Este es un ejemplo de los suelos sintetizadores.

Esto sugiere también qué , reconociendo el rol, funcionamiento, y compatibilidad de estas dos bacterias y utilizando eficientemente todo su potencial, los suelos pueden ser inducidos a una gran capacidad sintética. Quizás el sistema más efectivo de suelos sintetizadores es el resultado del incremento de microorganismos sintetizadores y zimogénicos; esto permite que la fermentación llegue a ser dominante sobre la putrefacción y que el proceso de síntesis útil se desarrolle.

## **Clasificación de los Suelos en base a las Funciones de los Microorganismos**

Como se discutió en el inicio de este texto, los suelos pueden ser caracterizados de acuerdo con su microflora nativa que desarrolla procesos y reacciones de pudrición, fermentación, síntesis y descomposición. En la mayoría de los suelos, esas tres funciones se desarrollan simultáneamente con el rango y extensión de cada uno determinado por los tipos y números de microorganismos asociados que están envueltos activamente al mismo tiempo.

### **Suelos inductores de enfermedades.**

En este tipo de suelos, los microorganismos patogénicos de las plantas como el hongo *Fusarium* puede comprender del 5 al 20 % del total de la microflora si la materia orgánica con un alto contenido de nitrógeno es aplicado los productos oxidados incompletamente pueden elevarse como malos y tóxicos olores para el crecimiento de las plantas. Esos suelos tienden a causar infestaciones frecuentes de organismos de enfermedades, e insectos dañinos. Probablemente más del 90 % de las tierras agrícolas dedicadas a la producción de cultivos a nivel mundial puede ser clasificada como suelos inductores de enfermedades. Dichos suelos generalmente tienen pobres propiedades físicas, y amplias cantidades de energía son perdidas como gases de invernadero, particularmente en el caso de campos de arroz. Los nutrientes de las plantas son también objeto de inmovilización en formas no disponibles.

### **Suelos supresores de enfermedades.**

La microflora de los suelos supresores de enfermedades esta usualmente dominado por microorganismos antagonistas que producen abundantes cantidades de antibióticos. Estos incluyen hongos del

género *Penicillium*, *Trichoderma*, *Aspergillus* y *Actinomyces*, o del género *Streptomyces*. Los antibióticos que producen pueden tener efectos bio-estáticos y biocidas sobre las enfermedades de las plantas desarrolladas en el suelo, incluyendo *Fusarium* que tiene una incidencia en estos suelos de menos del 5%. Los cultivos plantados en estos suelos son raramente afectados por enfermedades o plagas de insectos. Incluso si se aplica materia orgánica con alto contenido de nitrógeno, la producción de sustancias putrescibles es muy baja y el suelo tiene un olor agradable después que la materia orgánica se descompone. Estos suelos generalmente tienen excelentes propiedades físicas; por ejemplo: ellos inmediatamente, forman agregados estables al agua y están bien aireados, y tienen una alta permeabilidad al aire y al agua. Los niveles de producción en estos suelos son a menudo un poco menores que aquellos en suelos sintetizadores. Altos niveles de producción son obtenidos en suelos donde predominan ambos tipos de microorganismos, supresores de enfermedades y sintetizadores.

### Suelos zimogénicos.

Estos suelos son dominados por una microflora que puede desarrollar tipos útiles de fermentación, Ej., la ruptura de moléculas orgánicas complejas en sustancias orgánicas simples y materiales inorgánicos. Los organismos pueden no ser obligadamente anaerobios. ("facultativos"). Dichos microorganismos productores de fermentación a menudo comprenden la microflora de varios materiales orgánicos, Ej., residuos de cosechas, estiércoles animales, abonos verdes y desechos municipales incluyendo aquí las compostas y vermicompostas. ("Lombricompostas"). Después que esas enmiendas son aplicadas al suelo, su número y actividad fermentativa puede incrementarse dramáticamente y sobrepasar los microorganismos nativos del suelo por un periodo indefinido. Mientras esos microorganismos sean predominantes, el suelo puede ser

ser clasificado como un " *Suelo Zimogénico* " que generalmente se caracteriza por: olores fermentativos agradables, especialmente después de la labranza; propiedades físicas del suelo favorables ( Ej., incremento de la estabilidad de los agregados, permeabilidad, aireación y detrimento de la resistencia a la labranza); grandes cantidades de nutrientes inorgánicos, aminoácidos, carbohidratos, vitaminas y otras sustancias bioactivas que pueden incrementar el crecimiento, calidad y productividad de las cosechas, directa o indirectamente; baja ocupación de Fusarium, (siendo menos de 5%) ; y , baja producción de gases de invernadero (Ej., metano, amoniaco y dióxido de carbono) de los campos de cultivo, inclusive donde se cultive arroz anegado .

#### Suelos sintetizadores.

Estos suelos contienen un número significativo poblaciones de microorganismos que están disponibles para fijar nitrógeno atmosférico y dióxido de carbono en moléculas complejas como aminoácidos, proteínas y carbohidratos. Dichos microorganismos incluyen bacterias fotosintéticas que desarrollan fotosíntesis incompleta anaeróbicamente, ciertos Phycomycetos (hongos que asemejan algas), y algas verdes y verde azules con funcionamiento aeróbico. Todos esos son organismos fotosintéticos que fijan nitrógeno ambiental. Si el contenido de agua de esos suelos es estable, su fertilidad puede ser en gran parte mantenida mediante adiciones regulares de pequeñas cantidades de materiales orgánicos. Estos suelos tienen una baja ocupación de Fusarium y a menudo son del tipo supresores de enfermedades. La producción de gases en los campos donde suelos sintéticos están presentes es mínima, inclusive en arroz inundado. Esta es una simple clasificación de los suelos basados en las funciones de sus tipos de microorganismos predominantes, y de todos modos son potencialmente benéficos o dañinos para el crecimiento y productividad de los cultivos. Mientras estos diferentes tipos de suelos son descritos aquí en una manera idealizada,

el hecho es que en la naturaleza ellos no están siempre claramente definidos por que tienden a tener algunos las mismas características. Sin embargo, investigaciones han arrojado que un suelo inductor de enfermedades puede ser transformado a uno supresor, zimogénico o suelo sintetizador por la inoculación de cultivos mixtos de microorganismos eficientes.

Es obvio que el suelo más deseable para una agricultura con un óptimo crecimiento, producción, protección y calidad de los cultivos debe estar compuesto por una alta cantidad de microorganismos zimogénicos y sintetizadores, y con una bien establecida capacidad supresora de enfermedades. Esta es la principal razón para buscar vías y mecanismos de control de la microflora de los suelos agrícolas.

### **Funciones de los Microorganismos Benéficos**

- Fijación del nitrógeno atmosférico.
- Descomposición de desechos orgánicos y residuos.
- Supresión de patógenos de desarrollo del suelo
- Reciclaje e incremento de la disponibilidad de nutrientes para las plantas
- Degradación de tóxicos, incluyendo los pesticidas
- Producción de antibióticos y otros componentes bioactivos
- Producción de moléculas orgánicas simples para el consumo de las plantas
- Formación de complejos de metales pesados para toma limitada por las plantas
- Solubilización de fuentes de nutrientes insolubles
- Producción de polisacáridos que mejoran agregación.



## **Funciones de los Microorganismos Patógenos.**

- Inducción de enfermedades de las plantas
- Estimulación de los patógenos del suelo
- Inmovilización de nutrientes de las plantas
- Inhibición de la germinación de las semillas
- Inhibición del crecimiento y desarrollo de las plantas
- Producción de sustancias fitotóxicas

### **ANTECEDENTES SOBRE AGRICULTURA SUSTENTABLE.**

1989, el Consejo Nacional de Investigación de la Academia Nacional de Ciencias (USA) emite un extenso reporte sobre el uso continuo e intensivo de fertilizantes químicos y pesticidas, los cuales han deteriorado la calidad de los suelos, agua, alimentos y salud.

1993, la Academia Nacional de Ciencias manifestó su preocupación cuando se conoce el reporte sobre "*Pesticidas en las dietas de infantes y niños*", donde se concluye que la población de esta edad está en grave riesgo de salud por alimentos con residuos de pesticidas.

1990-a la fecha. Artículos similares se publican en diversas partes del mundo, principalmente Europa y Asia. Consumidores, ambientalistas, legisladores y productores coinciden en que se deberá alcanzar una reducción muy significativa en el uso de pesticidas y agroquímicos.

La meta internacional de la agricultura sustentable es desarrollar sistemas agrícolas productivos, rentables, conservadores de energía, ambientalmente sanos, preservadores de los recursos naturales y que aseguren alimento sano y de calidad.

En México se legislan restricciones al uso del glifosato. El director general de SADER propone la *regeneración* de los suelos agrícolas del país.

### **REFERENCIAS GENERALES**

Dr. **Teruo Higa**, Profesor de Horticultura, Universidad de Ryukyus, Okinawa Japón

**James F. Parr**, Microbiólogo de suelos Servicio de Investigación de Agricultura. Centro Internacional de Investigación de Agricultura Natural.

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Beltsville, Maryland, USA.

## Quiénes Somos

Laboratorios A-L de México y West analítica y Servicios, son dos empresas mexicanas con criterios éticos orientados hacia un sistema socioeconómico más solidario, equitativo y sostenible. Coincidimos con la declaración de principios de las "Empresas de Economía Solidaria", en cuanto que consideramos que el objetivo final de nuestra actividad empresarial debe ser colaborar al bienestar de las personas. Estamos convencidos que nuestro país debe encauzarse por el camino de la solidaridad, principalmente con nuestros propios conciudadanos más desprotegidos. Para ello, participamos en diversas asociaciones ambientales, nacionales e internacionales, como Campo Limpio; Pain por le prochain ( Suiza); *Terre & Humanisme*, (Francia), Germen SA de CV., Zeit-Fragen (Zurich), CDAA Jalisco, Acres Usa, entre otras.

Nuestra misión es compartir, transmitir y promover la agroecología como la mejor alternativa ética y política al servicio de la Vida. Para ello contamos con un departamento de Información y Conocimiento (el *Notitia et Cognition* medieval) en el cual editamos y hacemos difusión de técnicas relacionadas con los servicios analíticos que prestamos; información oportuna relativa a los cultivos más usuales en el campo mexicano, y documentos sobre una amplia variedad de temas agroecológicos.

Nuestros servicios de análisis de plantas, suelo, agua, insumos y materias primas agrícolas e industriales son fundamentales tanto en el sector primario, como en la industria nacional de alimentos y bebidas. Nuestras pruebas para caracterización y bio-remediación de suelos y cuerpos acuíferos son indispensables en todos los programas de restauración ambiental. Contamos con una red internacional de alianzas científicas, técnicas y comerciales lo cual facilita la continua actualización de conocimientos. West Analítica y su subsidiaria, Laboratorios A-L de México, comparten el mismo domicilio en la ciudad de Guadalajara. Año 2018.



## La fábula del Colibrí.

Pierre Rabhi, pionero argelino de la agricultura ecológica sustentable, relata la siguiente leyenda: “Un día se inició un gran incendio en el bosque. Los animales, aterrorizados, contemplaban la tragedia que se avecinaba sin atreverse a hacer algo.

Tan solo el colibrí voló de inmediato a recoger unas gotas de agua en su pico para arrojarlas al fuego. El armadillo, molesto por lo ridículo de su intento, le espetó: colibrí, debes estar muy loco: ¿realmente crees que con esas gotitas de agua podrás apagar el fuego?

- Lo sé, lo sé, respondió el colibrí, pero yo estoy haciendo mi parte”.

La transición de una agricultura destructiva y contaminante a un nuevo modelo sustentable y regenerativo implica no solo una transición personal en nuestra visión del mundo, sino una serie de cambios y adecuaciones en lo político, lo social, la economía, los sistemas educativos, la alimentación, el uso del agua, el sector industrial, las tecnologías aplicadas y la orientación de las investigaciones. Será un cambio muy prolongado y difícil, no solo en México sino en todo el mundo. Y nos quedan, relativamente, pocos años para llevarlo a cabo.

Nosotros, como el colibrí de la fábula, estamos haciendo nuestra parte.



**West Analítica**  
y Servicios S.A. de C.V.  
Medición de la Calidad Medioambiental

**Pruebas para agua, suelo, compostas, alimentos, plantas, materias primas e insumos.**

Capacidad y Experiencia:

- Análisis de microbiología ambiental
- Análisis de trihalometanos en agua
- Análisis de Bisfenol A en alimentos
- Análisis de hidrocarburos BTEX
- Análisis de trazas de elementos
- Análisis de metales pesados
- Análisis de plaguicidas.



**Contacto: [info@allabs.com](mailto:info@allabs.com)**  
Calle Esmeralda #2847. Colonia Verde Valle.  
Tel. 33 31 23 18 23, 33 31 21 79 25 - Whatsapp 33 28 03 79 60  
Atención a clientes: [kcalderon@allabs.com](mailto:kcalderon@allabs.com), [ltiscareno@allabs.com](mailto:ltiscareno@allabs.com), [maldana@allabs.com](mailto:maldana@allabs.com)  
Portal: [www.westanalitica.com.mx](http://www.westanalitica.com.mx)



**Agricultura Razonada**

**AVANZADA TECNOLOGÍA ANALÍTICA**  
Líderes en Nutrición vegetal y gestión de Suelo, Agua y Plantas.



Portal: [www.westanalitica.com.mx](http://www.westanalitica.com.mx)  
Blog: [www.laboratoriosaldemexico.com](http://www.laboratoriosaldemexico.com)

**Contacto: [info@allabs.com](mailto:info@allabs.com)**  
Atención a clientes: [kcalderon@allabs.com](mailto:kcalderon@allabs.com), [ltiscareno@allabs.com](mailto:ltiscareno@allabs.com), [maldana@allabs.com](mailto:maldana@allabs.com)  
Oficinas en Guadalajara , Calle Esmeralda 2847  
Fraccionamiento Verde Valle. C.P. 44550  
Teléfonos: 3331217925; 3331231823. Whatsapp: 33 28 03 79 60



