

1.Introducción

El mal y excesivo uso de pesticidas y fertilizantes químicos han, a menudo, afectado adversamente el medio ambiente y creado muchos problemas de seguridad, calidad de los alimentos, salud animal y humana. Consecuentemente, ha estado creciendo el interés por la producción natural y agricultura orgánica tanto en consumidores, como en ambientalistas, siendo una posible alternativa a la agricultura convencional.

Desafortunadamente, ciertos cultivos microbianos han sido promovidos por sus comercializadores como seres efectivos para controlar un amplio rango de enfermedades de las plantas originadas en el suelo, cuando de hecho solo son eficientes sobre patógenos específicos bajo condiciones muy puntuales.

Muchos comercializadores han sugerido que sus inoculantes microbianos particulares se parecen a pesticidas que pueden suprimir las poblaciones generales de suelo, mientras incrementan la población de microorganismos benéficos específicos. Sin embargo, muchos de los reclamos por estos cultivos simples de inoculantes microbianos son exagerados y no han probado ser efectivos bajo condiciones de campo. Se podría especular que si todos los cultivos de microorganismos e inoculantes que están disponibles como productos mercadeables fueran usados con algún grado de éxito, se pudiera alcanzar el incremento de la diversidad de la microflora del suelo y establecerse en asociación con cultivos mixtos.

Aunque un ejemplo hipotético, permanece la probabilidad de que se pueda controlar la microflora del suelo introduciendo cultivos mixtos compatibles de microorganismos en vez de cultivos puros. Es importante reconocer que los suelos pueden variar tremendamente como su tipo y número de microorganismos. Estos pueden ser benéficos o dañinos para las plantas, predominando uno de los dos, dependiendo del cultivo y las prácticas de manejo que son aplicadas. **Se puede hacer énfasis en que la mayoría de los suelos más fértiles y productivos tienen un alto contenido de materia orgánica** y generalmente, tienen altas poblaciones de alta diversidad de microorganismos (Ej., ambas especies y diversidad genética). Dichos suelos tienden a tener usualmente un amplio rango de microorganismos benéficos y dañinos (Higa y Wididana, 1991b).

Muchos microbiólogos creen que el total de número de microorganismo del suelo puede ser incrementado por la aplicación de enmiendas orgánicas. Esto es generalmente cierto porque la mayoría de los microorganismos de los suelos son heterótrofos, eso quiere decir que requieren complejas moléculas orgánicas de carbono y nitrógeno para su metabolismo y biosíntesis. De todos modos, que la adición regular de desechos y residuos orgánicos incrementara el número de microorganismos benéficos del suelo en un período corto de tiempo es cuestionable. De tal manera, no se sabe si que grandes aplicaciones de materiales orgánicos, como algas, comida para peces, y polvo de conchas de crustáceos, no solo ayudan en el balance de contenido de micronutrientes de un suelo, sino que incrementen también su condición supresora de enfermedades en un corto período de tiempo.

La probabilidad de que un microorganismo benéfico en particular llegue a ser predominante, inclusive con métodos de agricultura orgánica, dependerá de las condiciones del ecosistema y medio ambiente. Inclusive, si la población de un microorganismos específico se incrementa a través de cultivos y prácticas de manejo, es cuestionable que sea benéfico para las plantas. La probabilidad de que un microorganismo benéfico asociado con una planta llegue a predominar bajo un sistema de producción basado en la conservación es virtualmente imposible de predecir. Además, es muy raro que la población de un microorganismo anaeróbico útil, quien usualmente comprende solo una pequeña parte de la microflora del suelo, pueda incrementarse significativamente bajo condiciones naturales de producción.

Aplicación de Microorganismos Benéficos y Efectivos: *Consideraciones Fundamentales.*

Los microorganismos son utilizados en la agricultura para varios propósitos; como importante componente de las enmiendas orgánicas y composta, como inoculante de leguminosas para fijación biológica de nitrógeno, como un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades de las plantas, para incrementar la calidad y productividad de los cultivos, y para reducir las labores. Todas estas están estrechamente relacionadas una con otra. Una importante consideración, en la aplicación de microorganismo benéficos a los suelos es el incremento de los efectos de sinergia. Esta sinergia es difícil de lograr si estos microorganismos son aplicados como terapia sintomática, al igual que en el caso de fertilizantes y pesticidas químicos (Higa, 1991; 1994).

Si cultivos de microorganismos benéficos son efectivos después de su inoculación en el suelo, es importante que su población inicial esté en un nivel de umbral crítico. Esto ayuda a asegurarse que la cantidad de sustancias bio-activas producidas por ellos sea suficiente para alcanzar los posibles efectos deseados en la producción de cultivos y / o en su protección. Si esas condiciones no se encuentran, la introducción de microorganismos no importa lo útiles que sean, tendrá un pequeño o ningún efecto. Actualmente, no hay pruebas químicas que puedan predecir la probabilidad de que un microorganismo particular, en la inoculación al suelo, alcance los resultados deseados. La más confiable aproximación es inocular el microorganismo benéfico en el suelo como parte de un cultivo mixto, y con una suficientemente alta densidad del inóculo para maximizar la probabilidad de su adaptación al medioambiente y a las condiciones ecológicas (Higa y Wididana, 1991b; Parr et al., 1994).

Las aplicaciones de microorganismo benéficos al suelo pueden ayudar a definir la estructura y establecimiento de ecosistemas naturales. La mayor diversidad de la microflora del suelo al igual que sus tipos, números y actividades va a depender de la mayor diversidad de plantas cultivadas que están siendo sembradas y el complejo de químicos en la biomasa. La aplicación de un amplio rango de diferentes enmiendas orgánicas a los suelos puede también ayudar a asegurar una gran diversidad microbiológica. Por ejemplo: **la combinación de varios residuos de cosechas, estiércoles animales, abonos verdes, y desechos municipales aplicados periódicamente al suelo, mejorarán los niveles de**

diversidad microbiales que cuando solo uno de esos materiales es aplicado. La razón para esto es que cada uno de esos materiales orgánicos tiene sus propia y única microflora nativa la que puede afectar ampliamente la residencia de la microflora del suelo después de ser aplicados, al menos por un período limitado.

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 bioestáticos y biocidas sobre las enfermedades de las plantas desarrolladas al 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 insectos plaga. Inclusive si materia orgánica con alto contenido de nitrógeno es aplicada, 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.

Funciones de los Microorganismos Benéficos:

- Fijación de 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 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 para mejorar la agregación del suelo.

¿Cómo alimentar a los microorganismos benéficos?

En los productos que contienen microorganismos fitobenéficos o productores de antibióticos, se sugiere alimentar a los hongos y bacterias para su desarrollo, que éstos se encuentren en diversidad y colonizando. Los microorganismos fitobenéficos deben de estar presentes para realizar sus funciones de competencia en contra de los organismos patógenos más difíciles; la retención de nutrientes, especialmente de Carbono y la formación de macro y microagregados. También, para elevar su contenido antagónico se pueden aislar las cepas de los microorganismos fitobenéficos (proceso usado mayormente de forma comercializada) para utilizarse como antibiótico en forma directa sobre el cultivo.

A continuación se presentan, a manera de sugerencia, las materias primas que fomentan la actividad microbiológica y la formación de complejos arcillo húmicos y materia orgánica, donde habitan los microorganismos productores de antibióticos o fitobenéficos; siendo las materias primas más comunes los jugos de fruta y cascarilla. Su utilización se hará a criterio del productor:

El carbón vegetal.

Mejora las características físicas del suelo, como su estructura, lo que facilita una mejor distribución de las raíces, la aireación y la absorción de humedad y calor (energía). Su alto grado de porosidad beneficia la actividad macro y microbiológica de la tierra, al mismo tiempo que funciona con el efecto tipo “esponja sólida”, el cual consiste en la capacidad de retener, filtrar y liberar gradualmente nutrientes útiles a las plantas, disminuyendo la pérdida y el lavado de éstos en la tierra. Por otro lado, las partículas de carbón permiten una buena oxigenación del abono, de manera que no existan limitaciones en el proceso aeróbico de la fermentación, otra propiedad que posee este elemento es la de funcionar como un regulador térmico del sistema radicular de las plantas, haciéndolas más resistentes contra las bajas temperaturas nocturnas que se registran en algunas regiones. Finalmente, la descomposición total de este material en la tierra dará como producto final, humus.

Recomendaciones: La uniformidad del tamaño de las partículas influenciará sobre la buena calidad del abono que se utilizará en el campo. Con base en la práctica, se recomienda que las partículas o pedazos de carbón no sean muy grandes; las medidas son muy variadas y esto no se debe transformar en una limitante para dejar de elaborar el abono, las medidas desde medio o un centímetro a un centímetro y medio de largo por un centímetro y

medio de diámetro constituyen el tamaño ideal aproximado. Cuando se desea trabajar con hortalizas en invernadero sobre el sistema de almácigos en bandejas, las partículas del carbón a utilizarse en la elaboración del abono fermentado deben ser menores (semi-pulverizadas o cisco de carbón), pues ello facilita llenar las bandejas y permite sacar las plántulas sin estropear sus raíces, para luego trasplantarlas definitivamente al campo.

La gallinaza o los estiércoles.

Es la principal fuente de nitrógeno en la elaboración de los abonos orgánicos fermentados. Su aporte básico consiste en mejorar las características vitales y la fertilidad de la tierra con algunos nutrientes, principalmente con fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro, entre otros elementos. Dependiendo de su origen, puede aportar inóculo microbiológico y otros materiales orgánicos en mayor o menor cantidad, los cuales mejorarán las condiciones biológicas, químicas y físicas del terreno donde se aplicarán los abonos.

Recomendaciones: La experiencia desarrollada por muchos agricultores en toda Latinoamérica viene demostrando que la mejor gallinaza para la elaboración de los abonos orgánicos es la que se origina de la cría de gallinas ponedoras bajo techo y con piso cubierto con materiales secos mezclados con harina de rocas. Ellos evitan el uso de la pollinaza que se origina a partir de la cría de pollos de engorde, porque presenta una mayor cantidad de agua, es putrefacta y muchas veces en la misma están presentes los residuos de coccidiostáticos y antibióticos, los cuales interfieren en muchos casos, en el proceso de la fermentación de los abonos.

Algunos agricultores han venido experimentando con éxito la utilización de otros estiércoles de: conejos, caballos, ovejas, cabras, cerdos, vacas, codornices y patos, para no utilizar la gallinaza. En algunos casos muy puntuales, la gallinaza o el estiércol puede ser sustituido en parte o totalmente por harinas de sangre, plumas, hueso y pescado, esta situación dependerá de las condiciones de la oferta de los materiales en cada lugar y de las condiciones económicas de cada productor.

La cascarilla de arroz.

Este ingrediente mejora las características físicas de la tierra y de los abonos orgánicos, facilitando la aireación, la absorción de humedad y el filtrado de nutrientes. También beneficia el incremento de mismo tiempo que estimula el desarrollo uniforme y abundante del sistema radical de las plantas así como de su actividad simbiótica con la microbiología de la rizosfera. Es, además, una fuente rica en silicio, lo que favorece a los vegetales, pues los hace más resistentes a los ataques de insectos y enfermedades.

A largo plazo, se convierte en una fuente de humus. En la forma de cascarilla semi- calcinada o carbonizada, aporta principalmente silicio, fósforo, potasio y otros minerales trazos en menor cantidad y ayuda a corregir la acidez de los suelos.

Recomendaciones: La cascarilla de arroz puede ocupar, en muchos casos, hasta un tercio del volumen total de los ingredientes de los abonos orgánicos. Es recomendable para controlar los excesos de humedad cuando se están preparando los abonos fermentados. Puede ser sustituida por cascarilla o pulpa de café seca, bagazo de caña o pajas bien secas y trituradas o restos de cosechas o rastrojos. En algunos casos, y en menor proporción, los pedazos de madera o el aserrín también pueden sustituirla, dependiendo del tipo de madera que los originen, dado que algunas tienen la capacidad de paralizar la actividad microbiológica de la fermentación de los abonos por las sustancias tóxicas que poseen, principalmente taninos y sustancias aromáticas.

La pulidura o salvado de arroz o afrecho.

Es uno de los ingredientes que favorecen, en alto grado, la fermentación de los abonos, la cual se incrementa por la presencia de vitaminas complejas en la pulidura o en el afrecho de arroz, también llamado de salvado en muchos países. Aporta activación hormonal, nitrógeno y es muy rica en otros nutrientes muy complejos cuando sus carbohidratos se fermentan, los minerales, tales como fósforo, potasio, calcio y magnesio también están presentes.

Recomendaciones: En muchos casos, dada la dificultad de los agricultores para conseguirla, la sustituyen por otro tipo de materia prima más fácil de obtener, como son los salvados de maíz y trigo. Esta experiencia es una adaptación que los productores de Centro América y México han venido probando en las diferentes comunidades rurales.

La melaza de caña o chancaca o piloncillo.

Es la principal fuente energética para la fermentación de los abonos orgánicos. Favorece la multiplicación de la actividad microbiológica; es rica en potasio, calcio, fósforo y magnesio; y contiene micronutrientes, principalmente boro, zinc, manganeso y hierro.

Recomendaciones: Para lograr una aplicación homogénea de la melaza durante la elaboración de los abonos orgánicos fermentados, se recomienda diluirla en una parte del volumen del agua que se utilizará al inicio de la preparación de los abonos, en muchos casos se viene sustituyendo por panela, piloncillo chancaca, jugo de caña o azúcar morena.

Manto forestal y bocashi.

Estos ingredientes constituyen la principal fuente de inoculación microbiológica para la elaboración de los abonos orgánicos fermentados. Es el arranque o la semilla de la fermentación.

Los agricultores centroamericanos, para desarrollar su primera experiencia en la elaboración de los abonos fermentados, utilizaron con éxito la levadura para pan en barra o en polvo, la tierra de floresta o los dos ingredientes al mismo tiempo.

Después, y ya con la experiencia, seleccionaron una buena cantidad de su mejor abono curtido, tipo bocashi (semilla fermentada), para utilizarlo constantemente como su principal fuente de inoculación, acompañado de una determinada cantidad de levadura. Eliminaron así el uso de la tierra de floresta virgen, evitando consecuencias graves para el deterioro del suelo y del manto de los bosques.

Recomendaciones: Después de haber logrado elaborar el primer abono fermentado y ensayarlo con éxito en los cultivos, es recomendable separar un poco de este abono para aplicarlo como fuente de inoculación en la elaboración de un nuevo abono; puede ir acompañado con la levadura para acelerar el proceso de la fermentación durante los dos primeros días. Dadas las dificultades para conservar la levadura en barra, por la carencia de un sistema de refrigeración debido a la falta de energía eléctrica en muchas zonas rurales, se recomienda usar levadura granulada ya que su conservación es más fácil.

La tierra común.

En muchos casos, ocupa hasta una tercera parte del volumen total del abono que se desea elaborar. Entre otros aportes, tiene la función de darle una mayor homogeneidad física al abono y distribuir su humedad; con su volumen, aumenta el medio propicio para el desarrollo de la actividad microbiológica de los abonos y, consecuentemente, lograr una buena fermentación.

Por otro lado, funciona como una esponja, al tener la capacidad de retener, filtrar y liberar gradualmente los nutrientes a las plantas de acuerdo con las necesidades de éstas. Dependiendo de su origen, puede aportar variados tipos de arcillas, microorganismos inoculadores y otros elementos minerales indispensables al desarrollo normal de los vegetales.

Recomendaciones: En algunos casos, es conveniente cernir la tierra con la finalidad de liberarla de piedras, grandes terrones y maderas. Esta tierra puede ser obtenida de las orillas del terreno de las vías internas de la propia finca, o de las orillas de carretera. Las mejores tierras para la elaboración de estos abonos son las de orígenes arcillosos, porque las mismas facilitan la formación de complejos silicatados y arcillo húmicos, junto con la materia orgánica.

NOTAS:

Recuerde que los jugos de fruta son importante alimento para hongos y bacterias.

Así mismo es muy importante mencionar que la actividad de estos microorganismos debe ser monitoreada periódicamente, para saber si los organismos están activos o no.

Al usar estiércoles es importante remarcar que se debe monitorear los límites máximos permisibles las bacterias del género coliforme, Salmonella sp, Shigella sp, Listeria sp, etc.

Antagonismos entre microorganismos fitobenéficos y microorganismos fitopatógenos.

Un suelo sano es el ambiente natural de los microorganismos productores de antibióticos. La autodesinfección de un abono se logra por medio de la descomposición que bacterias, actinomicetos y hongos hacen de los restos orgánicos presentes en el suelo. Los productos resultantes de la actividad microbiológica poseen un efecto antagonista sobre las enfermedades del ser humano, animales y plantas.

Espece y agente activo	Actividad antagonica
<i>Trichoderma (Moho)</i>	Ataca a los patógenos que provocan enfermedades de las raíces.
<i>Trichoderma lignorum</i>	Ataca al tizón de las raíces en los cítricos o fitóftora de la raíz.
<i>Trichoderma viridis</i>	Ataca al hongo <i>Rhizoctonia solani</i> que provoca pudriciones en el repollo joven
<i>Trichoderma lignorum</i>	Ataca al hongo <i>Phymatotrichum omnivorum</i> en sandía capturando las hifas de este hongo filamentoso y provocando su muerte.
Varios hongos	Atacan al hongo <i>Fusarium lini</i> que provoca la marchites de la planta de linaza.
<i>Penicillium expansum</i>	Ataca a los hongos <i>Pythium</i> o <i>Baryanum</i> que provoca la podredumbre de gramíneas.
Antimicina (actinomicetes) (<i>Streptomyces griseoviridis</i>)	Produce la inhibición más o menos fuerte de 33 hongos que han sido investigados por provocar enfermedades.
Actinomicetes 105	Ataca a los patógenos responsables de las podredumbres del tallo de las plántulas de zanahoria, café y negra del manzano, de la botritis, y monilia, de la mancha de fuego, del cancro del castaño, de la enfermedad del olmo holandés, del tizón de la papa/patata, y otras enfermedades.
Bacilos cortos (de trinidad)	Produce un antibiótico resistente a altas temperaturas que inhibe el crecimiento de 40 especies conocidas de hongos y levaduras en una dilución 1 : 1.000.000
Numerosas bacterias	Atacan la roña de la papa/patata y al carbón del maíz (<i>Ustilago maydis</i>)
Bacillus simples	Presenta un efecto antagonista sobre <i>Rhizoctonia solani</i> (pudrición de las raíces). Produce un antibiótico que ataca a las enfermedades de las arvejas/guisantes y pepinos.
Varias bacterias	Eliminan a los hongos <i>Fusarium</i> y <i>Helminthosporium</i> que destruyen los cereales y la linaza.

Bibliografía:

"Manual práctico El A, B, C de la agricultura orgánica y harina de rocas. Jairo Restrepo Rivera".

Teruo Higa, Profesor de Horticultura, Universidad de Ryukyus, Okinawa Japón y James F. Parr, Microbiólogo de suelos Servicio de Investigación de Agricultura.

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Beltsville, Maryland, Estados Unidos. Traducido por FUNDASES: Paula Andrea Rueda Peña, Ingeniera Agrónoma, Licenciada en Ciencias Agrícolas Centro Internacional de Investigación de Agricultura Natural.



LABORATORIOS A-L DE MÉXICO S.A. DE C.V.

Calle Esmeralda # 2847. Colonia Verde Valle.

www.laboratoriosaldemexico.com.mx

44550 Guadalajara, Jalisco.

Tel. 33 3123 1823 y 33 3121 7925.

Información adicional: kcalderon@allabs.com. WhatsApp 33 28 03 79 60.

Laboratorios de Agroecología con una visión social y solidaria

VALORAMOS LA LIBERTAD DE INFORMACIÓN.

ESTE ARTÍCULO ES GRATUITO Y PUEDE SER REPRODUCIDO SIN NINGUNA LIMITANTE.