

Uso de enmiendas orgánicas para el control de enfermedades en cultivos agrícolas

Belkis Camacho¹
Juan Pineda²
Hilda González³

¹Investigador. INIA. Instituto de Investigaciones Agrícolas del estado Trujillo.

²Profesor. Universidad Centro occidental Lisandro Alvarado. Estado Lara.

³Investigador. INIA. Instituto de Investigaciones Agrícolas del estado Lara.

Correo electrónico: bcamacho@inia.gob.ve

Las enmiendas orgánicas, están compuestas generalmente por residuos vegetales pudiendo en ocasiones contener sustancias de origen animal; son comúnmente aprovechadas para ayudar en la producción de cultivos pero también se ha comprobado que pueden incrementar o disminuir la incidencia y la severidad de las enfermedades en las plantas (Cook y Baker, 1983).

La presencia de materia orgánica en el suelo es determinante en las actividades de los microorganismos presentes en él, debido a que ésta es antes que nada, fuente de energía para estos. Por otra parte, el papel que juegan las enmiendas orgánicas en el control de las enfermedades de las plantas ha sido reconocido por décadas y los mecanismos o formas por las cuales ellas logran sus efectos son numerosos.

En algunos casos, elementos específicos de la población de microorganismos presentes en el suelo enmendado son estimulados y éstos pueden ser microorganismos antagonistas a determinados organismos causantes de enfermedades (Maloy, 1993).

En otras oportunidades, la estimulación puede ser más generalizada e involucrar a casi todos los grupos de organismos que están presentes en el suelo. Ciertas enmiendas orgánicas durante su descomposición, pueden producir reacciones químicas que son tóxicas al patógeno, así mismo pueden causar cambios en el pH del suelo al ser añadidas, las cuales pueden generar efectos desfavorables sobre el patógeno (Sing y Faull, 1988).

En este sentido, es importante destacar que el efecto de restos de plantas en el crecimiento de plántulas y en la incidencia de enfermedades, depende de diversos factores como: madurez del tejido, relación carbono/nitrógeno, lapso de tiempo entre la incorporación y la siembra, clase o tipo de restos vegetales, microorganismos involucrados, además de las condiciones ambientales (Baker y Cook, 1974).

Efecto de la descomposición de enmiendas orgánicas sobre organismos microscópicos del suelo y el control de enfermedades

Las enmiendas orgánicas como cultivos de abonos verdes, restos de cultivos, o simple aplicación de restos orgánicos, son incorporadas en el suelo para prevenir el incremento de enfermedades en suelos donde se va a establecer un nuevo cultivo o son aplicadas para producir condiciones desfavorables a agentes patógenos en suelos con cultivos establecidos (Huber, 1981).

El nivel o grado de descomposición de restos orgánicos en el suelo, afecta directamente a los agentes biocontroladores y a la severidad de la enfermedad causada por patógenos de plantas habitantes del suelo. Restos frescos incrementan la agresividad de algunos patógenos de plantas, como por ejemplo *Rhizoctonia solani* agente causal del damping-off (marchitamiento fúngico). Por un lado, la alta proporción de celulosa existente en tejidos frescos, suprime el hiperparasitismo de esclerocios de *R. solani* por *Trichoderma hamatum*; por otra parte, cuando la materia orgánica está altamente estabilizada tiene una limitada capacidad para soportar la actividad de la biomasa microbial en el suelo. Si por ejemplo se utiliza compost maduro colonizado por un determinado agente biocontrolador, el hiperparasitismo ocurre, el patógeno es erradicado, y el control biológico prevalece (Hoitink y Boehm, 1991).

Otro factor a considerar es el efecto adverso de tóxicos volátiles como metanol, etanol, amoníaco; surgidos desde la descomposición de los tejidos. Las leguminosas, y en especial la paja de alfalfa, son excelente fuente de sustancias volátiles (Baker y Cook, 1974).

Por ejemplo, se ha encontrado que *Phytophthora cinnamomi* fue eliminada de raíces en suelos enmendados con alfalfa, durante la máxima producción de amoníaco. Éste liberado durante la des-

composición de tejidos puede reducir la cantidad de inóculo por prevención del patógeno (impidiendo su crecimiento), por reducción de la producción de zoosporas, o por muerte del patógeno en el área de la raíz (Lewis y Papavizas, 1975). Este compuesto ha sido ampliamente reportado debido a que afecta adversamente la sobrevivencia o germinación de determinados hongos habitantes del suelo y nematodos (Chun y Lockwood, 1985; Rodríguez-Kabana, 1986).

La adición de nutrientes al suelo en la forma de enmiendas orgánicas, exudados de las raíces o fertilizantes, rompen la latencia de propágulos de patógenos y éstos se activan y germinan, quedando expuestos a fuertes competidores por nutrientes, antagonistas, entre otros, los cuales impiden que el patógeno tenga oportunidad de producir alguna nueva estructura de resistencia. Existen trabajos de investigación generados décadas atrás, donde se informa del efecto adverso sobre estructuras de resistencia de hongos en el suelo como resultado de la estimulación de su germinación; como son los casos de clamidosporas de *Fusarium solani f.sp. phaseoli* (Lewis y Papavizas, 1977; Papavizas y Lewis, 1968), esclerocios de *Sclerotium rolfsii* (Boyd y Phillips, 1973), germinación de endoconidios y clamidosporas de *Thielaviopsis basicola* (Adams y Papavizas, 1969).

Naturaleza y edad del material vegetal

La duración de la efectividad en la supresión de la enfermedad parece depender de la tasa de descomposición de la enmienda, la cual depende a su vez de la naturaleza y edad del material vegetal y de las condiciones del suelo durante la descomposición (Papavizas y Davey, 1960).

Teniendo como ejemplo la enfermedad raíz roja causada por *Pyrenochaeta terrestres*, la calidad (madurez y composición) de los residuos utilizados como enmiendas de suelo tuvo un marcado efecto sobre el desarrollo del cultivo cebolla, infección de raíces, control de la enfermedad y el tipo y cantidad de hongos aislados del suelo. Esto fue demostrado con los residuos de soya cuando fueron aplicados como residuos verdes o maduros. Los residuos maduros fueron uno de los peores desde el punto de vista de control de la enfermedad, mientras que los residuos verdes fueron uno de los mejores de

los 24 residuos evaluados. El índice de raíz roja (*P. terrestris*) fue significativamente más bajo en suelos enmendados con residuos de avena, soya (verde), trébol dulce, en comparación al suelo infestado con el patógeno y no enmendado; altos índices de infección por el patógeno fueron observados con los residuos de zanahoria, estiércol de vaca y soya (madura).

Dependiendo de la especie de planta utilizada o del patógeno involucrado, pueden observarse diferentes resultados, por ejemplo: Barros et al., (1995) encontraron que el crecimiento micelial de *Curvularia spp* y *Alternaria sp*, fue afectado por el extracto de ajo a 250 ppm. En otros trabajos, Escalona et al., (1995) determinaron *in vitro*, el efecto de extractos de zábila (*Aloe vera*) y ajo (*Allium sativum* L.) sobre el crecimiento micelial de *Colletotrichum gloeosporioides*, observando diferencias significativas entre los extractos de plantas, siendo el extracto de zábila el de mejor efectividad. Así mismo, los extractos etanólicos de *Phyllanthus niruri*, *Lippia organoides* y *Heliotropium indicum* tuvieron efecto sobre *Rhizoctonia solani* y *Bipolaris maydis*, tanto en las pruebas *in vitro* como *in vivo*, trabajando con plantas en vivero (Rodríguez, D. y M. Sanabria, 2005).

Lapso de tiempo entre la incorporación y la siembra

El período de incubación, tiempo entre la incorporación de la enmienda y la siembra del cultivo evaluado, puede ser crítico y varía con el tipo de enmienda utilizada y el patógeno a controlar. La adición de quitina en el suelo reduce la infección ocasionada por *Fusarium solani f.sp. phaseoli* en raíces de frijol cuando las semillas fueron sembradas entre la primera y segunda semana después de la incorporación. Cuando se dejan largos períodos de incubación, no ocurre reducción significativa de la enfermedad; al contrario, el efecto de enmiendas en la reducción de la enfermedad ocasionada por *Rhizoctonia* en frijol, fue mayor cuando el frijol fue sembrado 3-7 semanas después de la incorporación de enmiendas (Papavizas y Davey, 1960).

Al sembrar inmediatamente después de haber aplicado la enmienda, el resultado puede ser un incremento de la enfermedad, debido al aumento de la germinación de propágulos. Sin embargo, sembrar

dejando un período muy largo después de la incorporación de la enmienda también puede resultar en un incremento de la enfermedad, porque la actividad microbial ha disminuido y a la vez el patógeno se ha multiplicado. El período de control varía con la facilidad con la cual el material es descompuesto; por ejemplo, el control con una sola aplicación de glucosa puede durar solamente unos pocos días, por el contrario el control con paja de cebada madura puede durar meses (Baker y Cook, 1974).

Relación carbono/nitrógeno

La relación carbono/nitrógeno (C/N) de enmiendas orgánicas fue inicialmente correlacionada con su influencia sobre la enfermedad. Debido a que el nitrógeno (N) es necesario para la germinación de clamidosporas de *Fusarium solani f.sp. phaseoli*, la incorporación de residuos con alta relación C/N fue señalado para prevenir la germinación de clamidosporas o producir la muerte del patógeno por falta de N. La adición de N anula el efecto beneficioso de materiales carbonáceos tales como cebada, trigo o paja de avena; sin embargo, enmiendas con azúcares también incrementaron la severidad de la enfermedad. Así, la naturaleza química general de la enmienda orgánica es más importante que la relación C/N.

Por otro lado, enmiendas orgánicas del suelo con una baja relación C/N han sido más efectivas que enmiendas con alta relación C/N en la reducción de la densidad de inóculo de *Macrophomina phaseolina*; el número de esclerocios disminuye rápidamente en suelos enmendados con fragmentos de tallos y hojas de alfalfa y trébol. La reducción de la densidad de inóculo es ocasionada a través de cambios en el balance microbial del suelo. Se ha observado que enmiendas del suelo con alfalfa o paja de cebada incrementan propágulos de *Bacillus subtilis* y actinomicetes antagonistas a *M. phaseolina*, y el incremento en antagonistas fue correlacionado con una reducción en infección de *Macrophomina* en algodón (Abdul, 1988).

Efectos específicos de fitotoxicidad

Es importante conocer si los restos de cultivos a ser incorporados como enmienda orgánica, tienen efecto fitotóxico sobre el cultivo comercial que se va a establecer.

Efectos específicos de fitotoxicidad, incluyen retardo o completa inhibición de la germinación de la semilla, reducción del crecimiento de plántulas, raíces dañadas, y marchitez. También se ha demostrado que algunas especies de plantas son más sensibles que otras a estas sustancias (Patrick y Toussoun, 1975).

Los efectos fitotóxicos de la descomposición de residuos se han encontrado incrementados durante los 10-25 días luego de la incorporación y después disminuyen (Wall, 1984). Sin embargo, es posible disminuir los efectos fitotóxicos, dejando un intervalo de 20-30 días entre el manejo del abono verde o residuo y la implantación del cultivo comercial (Calegari et al., 1992).

Combinación de materia orgánica y solarización

Con relación a la combinación materia orgánica y solarización, Gamliel y Stapleton (1995), indican que el uso de enmiendas orgánicas disponibles tales como compost, residuos de plantas, abonos verdes y fertilizantes pueden ser una vía (no química) efectiva para mejorar la acción pesticida de la solarización; siendo este un procedimiento que consiste en cubrir el suelo desnudo previamente regado a capacidad de campo con láminas de plástico transparente fino.

La contribución de la actividad microbial al control de patógenos en suelo enmendado con restos de repollo, puede ser un factor significativo en el progreso de la solarización en las capas más profundas del suelo o en regiones de clima frío donde las temperaturas obtenidas durante la solarización no sean suficientes en el control de los patógenos (Ramírez-Villapudua y Munnecke; 1988).

En atención a todo lo antes señalado, existe la posibilidad de controlar determinadas enfermedades de cultivos agrícolas a través de la incorporación de materia orgánica al suelo. Sin embargo, es necesario ampliar la información sobre aspectos como tipo y cantidad de la materia orgánica a ser aplicada, edad del material vegetal, momento de aplicación, fitotoxicidad, textura del suelo, condiciones ambientales, así como la influencia de otros factores que puedan interferir con el efecto de la materia orgánica (fertilización, riego, entre otros).

En este sentido es fundamental continuar con las investigaciones de los factores y elementos que interactúan con las enmiendas orgánicas y determinar la factibilidad práctica y económica de esta alternativa, de tal manera que pueda ser considerada en un programa de manejo integrado de enfermedades.

Bibliografía consultada

- Adams, P. y G. Papavizas. 1969. Survival of root-infecting fungi in soil. X. Sensitivity of propagules of *Thielaviopsis basicola* to soil fungistasis in natural and alfalfa-amended soil. *Phytopathol.* 59:135-138.
- Abdul, G. 1988. Biological control of sclerotial diseases. *Biocontrol of Plant Diseases* 1:153-175. CRC Press. Florida. USA.
- Baker, K. y R. Cook. 1974. *Biological Control of Plant Pathogens*. W.H. Freeman and Company San Francisco. USA.
- Barros, S., N. Oliveira Y L. Maia. 1995. Efeito do extrato de alho (*Allium sativum*) sobre o crescimento micelial e germinação de conídios de *Curvularia spp* e *Alternaria spp*. *Summa Phytopathol.* 21:168-170.
- Boyd, H. y V. Phillips. 1972. Toxicity of crop residue to peanut seed and *Sclerotium rolfsii*. *Phytopathol.* 63:70-71.
- Calegari, A., A. Mondardo, E. Bulizani, M.B. Da. Costa, S. Miyasaka, Y T. Amado. 1992. Aspectos gerais da adubação verde. in: Costa, M.B. da. Adubação verde no sul do BRASIL. Rio de Janeiro. AS-PTA.
- Cook, R. y K. Baker. 1983. *The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens*. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota. U.S.A.
- Chun, D. y J. Lockwood. 1985. Reduction of *Pythium ultimum*, *Thielaviopsis basicola* and *Macrophomina phaseolina* populations in soil associated with ammonia generated from urea. *Plant Dis.* 69:154-158.
- Escalona, J., R. Méndez, J. Moyeda, R. Santos, C. De Rincon, A. Del Villar. Evaluación in vitro de extractos de plantas para la inhibición del micelio de *Colletotrichum gloeosporioides*. *Revista Forestal Venezolana* 1(1):48-49.
- Gamliel, A. y J. Stapleton. 1995. Improved soil disinfection by biotoxic volatile compounds generated from solarized, organic-amended soil. *Acta Hort.* 382: 129-137.
- Hoitink, H. y M. Boehm. 1991. Interactions between organic matter decomposition level, biocontrol agents and plant pathogens in soil-borne disease. IV Reunión Brasileira Sobre Controle Biológico de Doenças de Plantas. Octubre, p. 8-10. Brasil.
- Huber, D. 1981. The use of fertilizers and organic amendments in the control of plant disease. *Handbook of Pest Management in Agriculture* 1: 357-394. CRC PRESS. Florida. USA.
- Katan, J. 1981. Solar heating (solarization) of soil for control of soil borne pest. *Ann. Rev. Phytopathol.* 19:211-36.
- Lewis, J. y G. Papavizas. 1977. Effect of plant residues on chlamydospore germination of *Fusarium solani f.sp. phaseoli* and *Fusarium* root rot of beans. *Phytopathol.* 67:925-929.
- Maloy, O. 1993. *Plant Diseases Control. Principles and Practice*. John Wiley & Sons. Washington. USA.
- Mixon, A. y E. Curl. 1967. Influence of Plant Residues on *Sclerotium rolfsii* and Inhibitory Soil Microorganisms. *Crop Science* 7:641-644.
- Papavizas, G. 1975. Crop residues and amendments in relation to survival and control of root-infecting fungi: an introduction. *Biology and Control of Soil-Borne Plant Pathogens*. G. W. Bruehl. Minnesota.
- Papavizas, G. y C. Davey. 1960. Rhizoctonia disease of bean as affected by decomposing green plant materials and associated microfloras. *Phytopathol.* 50:516-522.
- Papavizas, G., J. Lewis y P. Adams. 1968. Survival of root-infecting fungi in soil. II. Influence of amendment and soil carbon-to-nitrogen balance on fusarium root rot of beans. *Phytopathol.* 58:365-372.
- Patrick, Z. y T. Toussoun. 1975. Plant residues and organic amendments in relation to biological control. *Biology and Control of Soil-Borne Plant Pathogens*. G.W. Bruehl. Minnesota.
- Ramirez-Villapudua, J. y D. Munnecke. 1988. Effects of solar heating and soil amendments of cruciferous residues on *Fusarium oxysporum f.sp. conglutinans* and other organisms. *Phytopathol.* 78:289-295.
- Rodríguez, D. Y M. Sanabria, 2005. Efecto del extracto de tres plantas silvestres sobre la rizoctoniosis, la mancha sureña del maíz y los patógenos que las causan. *INCI*, dez. 2005, vol.30, no.12, p.739-744. ISSN 0378-1844.
- Rodriguez-Kabana, R. 1986. Organic and inorganic nitrogen amendments to soil as nematode suppressants. *J. Nematol.* 18:129-135.
- Singh, J. y J. Faull. 1988. Antagonism and biological control. *Biocontrol of Plant Dis.* 2 :167-175.
- Wall, R. 1984. Effects of recently incorporated organic amendment on damping-off of conifer seedlings. *Plant Dis.* 68 :59-60.