

CONTROL BIOLÓGICO DE FITOPATOGENOS RADICALES EN CULTIVOS DE HORTALIZAS Y LEGUMINOSAS

Alba Marina Cotes P.* ^{radio}

* Investigador Principal, Programa Nacional de Manejo Integrado de Plagas -MIP- Centro de Investigación "Tibaltatá", km. 14 vía a Mosquera, Cund.
Tel. 2861619 - FAX: (571) 282 8947 Apartado Aéreo 240142 Las Palmas, Santafé de Bogotá D.C. Colombia
E-mail: corpoic2@mutis.colciencias.gov.co

El Manejo Integrado de plagas MIP se refiere fundamentalmente al uso racional de diferentes técnicas de control de plagas, dentro de un sistema compatible y dinámico.

El MIP opera teniendo en cuenta varias ideas básicas tales como: el agroecosistema, en el cual el cultivo tiene un enfoque central, el muestreo de plagas y uso de niveles críticos, el control natural, la biología y la ecología de los organismos (plaga y benéficos), el uso de técnicas de control compatibles entre sí, la integración de disciplinas que permitan diseñar un manejo adecuado del problema y el estudio de los efectos secundarios de las medidas de fitoprotección.

El MIP involucra tácticas tales como: la introducción o manipulación de enemigos naturales, el control fitogenético, la utilización de prácticas culturales, el uso de controles mecánicos y físicos, el uso de medidas legales, la utilización de métodos de control no convencional y el uso reducido de plaguicidas.

El control biológico es considerado como una de las alternativas más deseables y factibles en el manejo de las plagas en agricultura, pues puede proveer un control adecuado de éstas dentro de los conceptos más recientes de la agricultura sostenible y como respuesta a la crisis ambiental que se vive en la actualidad. Sin embargo, aunque en el país, desde hace por lo menos dos décadas se ha incursionado en este campo de la investigación agrícola, son pocos los ejemplos en los cuales se ha profundizado en la generación de conocimientos científicos y desarrollo de tecnologías propias para el uso de esta alternativa.

En fitopatología, el control biológico se define como "La reducción del inóculo o de la actividad patogénica de un fitopatógeno llevada a cabo por uno o mas organismos diferentes del hombre". Esta definición es lo suficientemente amplia para permitir la introducción de las estrategias emergentes de biocontrol. Estas nuevas estrategias incluyen el uso de rizobacterias u otros microorganismos promotores de crecimiento, la resistencia inducida, los sistemas bióticos que excluyen el patógeno y las plantas transgénicas.

El control biológico de fitopatógenos mediante la adición de microorganismos antagonistas al suelo representa una alternativa para el control de enfermedades vegetales. Sin embargo, para que este control sea efectivo se requiere de grandes cantidades de inóculo, además, este control depende de varios factores tales como la temperatura, el pH y las condiciones fisicoquímicas del suelo, el tipo de inóculo usado (en el caso de bacterias: esporas o células vegetativas y en el caso de hongos: micelio, conidias, clamidosporas), la densidad de inóculo del antagonista, la densidad de inóculo del patógeno y el tiempo de introducción del antagonista al suelo en relación con el tiempo de siembra.

Varios microorganismos que incluyen bacterias y hongos pueden afectar directa e indirectamente la supervivencia y/o actividad de los fitopatógenos.

Dentro de las bacterias, los géneros utilizados con más éxito para el control de fitopatógenos son *Agrobacterium* spp., *Bacillus* spp. y *Pseudomonas* spp.

La cepa 84 de *Agrobacterium radiobacter* fue la primera bacteria comercializada para el control de las agallas producidas por *Agrobacterium tumefaciens*. La cepa A13 de *Bacillus subtilis* ha sido vendida con el nombre de Quantum 4000™ para el control de *Rhizoctonia solani* en algodón, frijol y maní.

Pseudomonas spp. ha despertado mucho interés como agente de control biológico, dada la habilidad que ha mostrado para colonizar las raíces de las plantas, controlar varios fitopatógenos y estimular el crecimiento vegetal. Una cepa de *Pseudomonas fluorescens* ha sido vendida con el nombre de Dager como promotora del crecimiento en el algodón y controladora de enfermedades producidas por *Pythium* spp. y *Rhizoctonia solani*. Además, *P. fluorescens* y *Pseudomonas putida* han demostrado habilidad para controlar bajo condiciones de campo, a *Erwinia carotovora* en papa, *Gaeumannomyces graminis* en trigo, *Meloidogyne incognita* en cohombro y clavo, *Pythium ultimum* y *R. solani* en algodón, *Sclerotium rolfsii* en maní, *Thielaviopsis basicola* en tabaco y *Verticillium dahliae* en papa.

Varios géneros de hongos han sido identificados como potenciales agentes de control biológico contra varios fitopatógenos del suelo, sin embargo, son *Trichoderma* spp. y *Gliocladium* spp. los que mejores resultados han ofrecido en la práctica y que han sido registrados en diferentes países de Europa y de Estados Unidos. Ante la EPPA han sido registrados para su comercialización tres productos diferentes. GL21, basado en *Gliocladium virens* vendido para el control de *Pythium* spp. y *R. solani* en plantas ornamentales; BINAB-T, un micofungicida a base de *Trichoderma* sp. usado como protector de heridas en el ciruelo y F-STOP igualmente a base de *Trichoderma* sp. vendido para el control del volcamiento (damping-off) en arveja, frijol y maíz.

Trichoderma spp. es un microorganismo cosmopolita que se encuentra en casi todos los suelos y otros habitats naturales, especialmente en aquellos ricos en

materia orgánica. *Trichoderma* spp. es considerado un colonizador secundario dado su frecuente aislamiento a partir de materia orgánica en descomposición, también es frecuentemente aislado a partir de las superficies de raíces de varias plantas, de madera y parasitando estructuras de diferentes hongos patógenos.

La abundancia de *Trichoderma* spp. en varios suelos ligada a su habilidad para degradar varios sustratos orgánicos, su versatilidad metabólica y su resistencia a inhibidores microbiales, sugiere que *Trichoderma* spp. posee la habilidad de sobrevivir en muchos nichos ecológicos dependiendo de las condiciones medio ambientales y de las especies o cepas involucradas.

Se ha establecido que varias especies del género *Trichoderma* incorporadas al suelo presentan un buen grado de antagonismo sobre patógenos tales como *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotium rolfsii*, *Pythium* spp., *Fusarium* spp., causantes de enfermedades en diversos cultivos de clima frío, medio y cálido. En todos los casos el mayor éxito ha sido logrado con cepas y especies nativas de *Trichoderma*, ya que están adaptadas a las condiciones locales.

Para citar un ejemplo de las cantidades de inóculo que se requiere aplicar al suelo para controlar hongos fitopatógenos, asumimos que el suelo contiene una cantidad aproximada de 2×10^2 propágulos de patógeno por gramo, siendo necesario aplicar una cantidad mínima de *Trichoderma* sp. de 1×10^5 propágulos por gramo. Si consideramos que para garantizar un control efectivo de los fitopatógenos se requiere que los bioplaguicidas se apliquen en los 15 cms de la capa superior del suelo, nos daría entonces que para controlar 3×10^{11} propágulos de patógeno por hectárea, se requeriría de una cantidad de bioplaguicida correspondiente a 15×10^{13} propágulos por hectárea. Teniendo en cuenta que los bioplaguicidas a base de *Trichoderma* contienen una cantidad máxima de 10^7 propágulos por gramo, para lograr la concentración de 15×10^{13} propágulos de *Trichoderma* sp. necesaria por hectárea, sería necesario aplicar 15,000 Kg de bioplaguicida por hectárea, lo cual acarrearía altísimos costos económicos y podría perturbar el delicado balance ecológico del suelo.

Una alternativa viable para reducir las cantidades de bioplaguicida necesarias para su incorporación al suelo, sería la aplicación localizada en de éste en la zona del desarrollo radicular, lo que significaría el tratamiento de las zonas efectivas de producción (rizosfera) y no de las superficie total del suelo.

Otra alternativa para la aplicación de antagonistas es mediante tratamiento de las semillas por simple recubrimiento. Este es un método atractivo para la introducción de agentes de control biológico en los posibles sitios de infección de la planta, pues requiere de bajas cantidades de microorganismos biocontroladores. En este caso, para recubrir semillas con una suspensión que contenga 10^6 propágulos de *Trichoderma* sp. por mililitro. En el caso de los 80 kg de semilla de frijol que se requieren por hectárea dentro de un sistema de monocultivo, o de los 300 g que se requieren de semilla de tomate por

hectárea, sería necesario utilizar 4×10^{10} propágulos de *Trichoderma* sp., que equivaldrían solo a 4 kg del bioplaguicida.

Se ha demostrado que el recubrimiento de semillas con el microorganismo biocontrolador unido a tratamientos fisiológicos de éstas, tales como la pregerminación controlada (invigorización), además de requerir bajas cantidades del bioplaguicida, garantiza su actividad protectora, evadiendo la influencia negativa de las variables medioambientales (temperatura, pH y condiciones físicoquímicas del suelo etc.)

La pregerminación controlada o invigorización de semillas es un tratamiento de prehidratación en el cual se inicia el proceso fisiológico de la germinación, pero se detiene antes de la emergencia de la radícula. Las semillas son pregerminadas en un ambiente controlado en el que se regulan el potencial de agua, la aireación, la temperatura y la duración del tratamiento.

La pregerminación en matriz sólida es un procedimiento en el cual las semillas se colocan en una matriz sólida tal como lignita, carbón, vermiculita, cascarilla u otro sustrato. Este sustrato es previamente humedecido hasta alcanzar un potencial de agua apropiado para la germinación. La mezcla es incubada durante un tiempo predeterminado a temperatura constante. Las semillas pregerminadas son lavadas, secadas y almacenadas hasta el momento de su uso. Estos tratamientos han demostrado aumentar significativamente la velocidad de germinación de las semillas y el porcentaje de emergencia de las plantas.

El tratamiento de pregerminación controlada en matriz sólida ha mostrado ser compatible con el agente de control biológico *Trichoderma* spp. En este caso, las semillas previamente recubiertas por el microorganismo son colocadas en la matriz sólida humedecida. Durante el proceso de pregerminación, *Trichoderma* spp. germina y prolifera en la superficie de la semilla. Este procedimiento ha sido ensayado de manera experimental en Corpoica con éxito en semillas de hortalizas y leguminosas.

Las semillas pregerminadas en ausencia de *Trichoderma* spp. germinan sincrónicamente mostrando significativo aumento en la velocidad y en el porcentaje final de emergencia de las plántulas, y cierta tolerancia al ataque de los fitopatógenos. Las semillas pregerminadas en presencia de *Trichoderma* spp., presentan, igualmente, un significativo aumento en la velocidad y en el porcentaje final de emergencia de las plántulas. Pero además resisten el ataque de los fitopatógenos y presentan un significativo incremento en el crecimiento de las plántulas, expresado en mayor tamaño y mayor peso seco. Esto demuestra que *Trichoderma* spp., además de ser eficiente agente de control biológico, actúa como inductor del crecimiento vegetal (fitohormona).

Estos resultados abren amplias perspectivas para la producción comercial de semillas invigorizadas y protegidas biológicamente contra el ataque de fitopatógenos.

BIBLIOGRAFIA

- Adams, P. B. 1990. The potential of mycoparasites for biological control of plant diseases. *Annu. Rev. Phytopathol.* 28: 59-72.
- Baker, R. 1991. Four horses of biological control. *Biological Control of Plant diseases Proceedings of a Symposium. Miscellaneous publication 72.* Minnesota Agricultural Experiment Station. University of Minnesota.
- Cotes, A. M., Lepoivre, P., Semal, J. 1992. Effect of precolonization of bean seeds with *Trichoderma*, on symptoms induced by *Pythium*. *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent*, 57/2b, 355-363.
- Cotes, A. M. 1993. Contribution to the study of bean protection against damping-off by treatment of seeds with *Trichoderma koningii* Oudemans. Tesis de Doctorado en Ciencias Agronómicas. Facultad de Ciencias Agronómicas de Gembloux. Bélgica.
- Cotes, A. M., Lepoivre, P., Semal, J. 1996. Correlation between hydrolytic enzyme activities measured in bean seedlings after *Trichoderma koningii* treatment combined with pregermination and the protective effect against *Pythium splendens*. *European Journal of Plant Pathology*, 102: 497-506.
- Harman, F. E., Taylor, A. G. and Stasz, T. E. 1989. Combining effective strains of *Trichoderma harzianum* and solid matrix priming to improve biological seed treatments. *Plant Disease* 73: 631-637.
- Mezul, J. C., Cotes, A. M., Lepoivre, P., Semal, J. 1994. Evaluation of seed priming and *Trichoderma* treatment for the biological control of damping-off agents. In *Diseases and Insects in Forest Nurseries*. Ed. INRA, Paris (Les Colloques, N° 68). pp.189-196.
- Papavizas, G. C., Dun, M. T. Lewis, J. A., and Beagle, R. 1984. Liquid fermentation technology for experimental production of biocontrol fungi. *Phytopathology*. 74: 1171-1175.
- 9 Papavizas, G. C. Introduction and augmentation of microbial antagonists for the control of soilborne plant pathogens. Biological control in crop production. Beltsville Symposium, number 5. In *Agricultural Research*. Allanheld Osmum. Totowa. 305-322.