EDICIÓN XV

VADEMÉCUM AGRÍCOLA

Quick® Agro Ecuador

edifarm®

edifarm.com.ec

Bacillus como biopesticida, parte de un programa de manejo integrado de enfermedades y plagas.

Ana Narvaez[1,2], Alexandra Bermudez[1,2], y Antonio Leon-Reyes[1,2]

[1]Colegio de Ciencias e Ingeniería, departamento en Ingeniería en Agroempresas, Laboratorio de Biotecnología Agrícola y de Alimentos USFQ, Universidad San Francisco de Quito (USFQ), Quito, Ecuador.

[2] Microtech Services Cía. Ltda. Quito-Ecuador.

Contacto: info@microtech.ec, aleon@usfq.edu.ec

GENERALIDADES: Los biopesticidas son productos que contienen un microorganismo como ingrediente activo o compuestos que se extraen de un organismo mediante procedimientos que no alteran su composición química, y que sirven para controlar enfermedades o plagas (Attathom, 2002). El 30 % de todos los biopesticidas son producidos en base a bacterias y la mayoría son formulados a partir del genero *Bacillus*, la especie más usada es *Bacillus thuringiensis*, que representa el 70% de las ventas de todos los biopesticidas a base de bacterias (Cawoy y otros, 2011).

VENTAJAS DE USAR BACILLUS EN EL CONTROL BIOLÓGICO: El control biológico con microorganismos antagonistas de fitopatógenos es una alternativa prometedora al uso de químicos en la agricultura. Estos biopesticidas presentan muchas ventajas en términos de sostenibilidad, modo de acción y baja toxicidad en comparación con los pesticidas químicos. Los modos de acción de los pesticidas microbianos suelen ser diferentes de los pesticidas químicos, por lo que en un programa de manejo integrado pueden usarse en rotación con pesticidas convencionales para ayudar a frenar la creación de resistencia en el patógeno (Cawoy y otros, 2011). Una gran ventaja de los biopesticidas bacterianos es la compatibilidad con técnicas convencionales, ya que al ser bacterias se les puede mezclar con fungicidas o insecticidas sin que esto vaya a afectar la eficiencia del producto en campo. Entre las bacterias que pueden usarse para la formulación de biopesticidas, las del género *Bacillus* son las que presentan mayor adaptabilidad por su capacidad de formar esporas y metabolitos controladores de enfermedades y plagas (Vardhan y otros, 2011), por esta razón varias especies y cepas de *Bacillus* son comercializados como biopesticidas (Molina y otros, 2010).

CONDICIONES DE CRECIMIENTO: Las bacterias del genero *Bacillus* son Gram positivas, producen endoesporas y crecen en presencia de O2. Las endoesporas son generadas por las células vegetativas en respuesta a un factor ambiental limitante de la división celular, generalmente por escases de alimento (Todar, 2012). Las endoesporas son células muy durables, y en su estado de dormancia pueden permanecer viables por largos períodos de tiempo, resisten altas temperaturas, radiación, aplicación de ácidos y desinfectantes, entre otros (Todar, 2012). El 92% de las bacterias presentes en el suelo corresponde a *Bacillus*.

MECANISMOS DE ACCIÓN DE BACILLUS FRENTE A FITOPATÓGENOS: Al estar presente en el suelo o en el follaje los *Bacillus* forman una relación de simbiosis con la planta en la que esta les provee alimento a través de la raíz y de los brotes en crecimiento y a cambio las bacterias la protegen de enfermedades mediante 3 mecanismos principales:

- **Competencia por nicho ecológico:** se da cuando el antagonista compite por fuentes de nutrientes, carbono y oxigeno con el resto de habitantes en el suelo.
- **Producción de aleloquímicos inhibitorios:** se genera por dos tipos de sustancias: antibióticos y degradadores de la pared celular. La actividad tóxica hacia hongos por parte de *Bacillus* esta relacionada con la permeabilización de esporas o conidios del patógeno lo que genera la inhibición de la germinación o la perturbación de células de las hifas. Se sabe que *Bacillus subtilis* tiene el potencial de producir mas de 24 compuestos antimicrobianos estructuralmente diferentes (Stein, 2005).
- **Inducción de resistencia sistémica en plantas hospederas:** investigaciones han demostrado que algunas cepas son de hecho capaces de reducir la enfermedad a través de la estimulación de la respuesta acelerada de la planta huésped sobre el ataque de patógenos (resistencia sistémica Inducida o ISR por sus siglas en inglés) lo que lleva a una mayor resistencia hacia el patógeno atacante (Conrath y otros, 2006).

Estos mecánismos permiten que los *Bacillus* sean eficientes en diversas condiciones (variedad de patógenos, plantas y condiciones ambientales) (Cawoy y otros, 2011).

Entre las especies de *Bacillus* que se han usado para controlar enfermedades en plantas, una de las que mas resalta es *Bacillus subtilis*, ya que posee varias características que mejoran su supervivencia en suelo y por lo tanto su eficacia como biopesticida (Earl y otros, 2008) *B. subtilis* es conocido por vivir en ambientes aeróbios pero también es un anaerobio facultativo, lo que le permite sobrevivir y evolucionar en condiciones de baja concentración de oxígeno (Nakano y Hulett, 1997), esta es una gran ventaja ya que la concentración oxígeno presente en el suelo puede fluctuar y es generalmente baja. Además, *B. subtilis* es una bacteria móvil lo que facilita la colonización de nuevos nichos ecológicos.

Gran variedad de cepas de *Bacillus* y particularmente *B. subtilis* se comercializan actualmente como biopesticidas y numerosos estudios demuestran el gran potencial de estas cepas en el control de múltiples enfermedades que se producen en una amplia gama de especies de plantas hospederas (Tabla 1) (Cawoy y otros, 2011).

ENFERMEDADES QUE CONTROLA BACILLUS EN DIVERSOS CULTIVOS

CULTIVO	ENFERMEDADES QUE CONTROLA BACILLUS
AGUACATE	*Rosellinia necatrix*
	Dothiorella aromatica
	Colletotrichum gloeosporioides
	Thyronectria pseudotrichia
	Phomopsis perseae
	Lasiodiplodia theobromae,
	Pseudocercospora purpura
	Phomopsis perseae
BANANO	*Pseudocercospora musae*
	Colletotrichum musae
MAÍZ	*Fusarium moniliforme*
	Fusarium verticillioides
	Aspergillus flavus
	Rhizoctonia solani
	Pythium spp.
	Fusarium solani
PAPA	*Rhizoctonia solani*
ARROZ	*Aspergillus flavus*
	Rhizoctonia solani
	Pyricularia oryzae

TABLA 1: Potencial de control de varias enfermedades por *Bacillus* (Cawoy y otros, 2011).

CONCLUSIONES GENERALES: Los biopesticidas microbianos tienen un gran potencial y deberían ser usados más ampliamente para en un futuro practicar una agricultura más sustentable, el caso de *Bacillus* es muy interesante ya que al ser bacterias formadoras de esporas presentan una mayor adaptabilidad a ambientes adversos, y pueden ser mezclados con fungicidas e insecticidas convencionales en programas de manejo integrado. Hay que tener en cuenta que el uso de microorganismos debe ir acompañado de la adición de materia orgánica, un entendimiento profundo del cultivo y las condiciones ambientales para que los productos aplicados demuestren su verdadera eficacia en campo. Es importante pensar en que la adición de microorganismos benéficos ya sean estos bacterias u hongos, debe hacerse en programas de aplicación continua y que muchas veces los resultados más importantes se verán a largo plazo, hay que empezar a cambiar la forma en que vemos a la agricultura; en la naturaleza todos es un proceso cíclico y de largo plazo no hay razón para pensar que en agricultura debería ser de otra forma.

BIBLIOGRAFÍA:

- Attathom, T. (2002). Biotechnology for insect pest control. Sustainable Agricultural System in Asia 2: 73-84.
- Cawoy, H., W. Bettiol, P. Ficker y M. Ongena (2011). Bacillus-Based Biological Control of Plant Diseases. Pesticides in the Modern World - Pesticides Use and Management. M. Stoytcheva.
- Conrath, U., G. J. M. Beckers, V. Flors, P. García-Agustin, G. Jakab, F. Mauch, M.-A. Newman, C. M. J. Pieterse, B. Poinssot, M. J. Pozo, A. Pugin, U. Schaffrath, J. Ton, D. Wndehenne, L. Zimmerli y B. Mauch-Mani (2006). Priming: Gettin Ready for Battle. . Molecular Plant-Microbe Interactions 19(10): 1062-1071.
- Earl, A. M., R. Losick y R. Kolter (2008). Ecology and genomics of Bacillus subtilis. Trends Microbiol 16(6): 269-275.
- Molina, C., J. Caña-Roca, A. Osuna y S. Vilchez (2010). Selection of a Bacillus pumilus Strain Highly Active against Ceratitis capitata (Wiedemann) Larvae. Applied and enviromental microbiology 76: 1320–1327.
- Nakano, M. M. y F. M. Hulett (1997). Adaptation of Bacillus subtilis to oxygen limitation. FEMS Microbiology Letters 157: 1-7.
- Stein, T. (2005). Bacillus subtilis antibiotics: structures, syntheses and specific functions. Mol Microbiol 56(4): 845-857.
- Todar, K. (2012). Todar`s online textbook of microbiology.
- Vardhan, S., R. Kaushik, A. Saxena y D. Arora (2011). Restriction analysis and partial sequencing of the 16S rRNA gene as index for rapid identification of Bacillus species. Antonie Van Leeuwenhoek 99(2): 283-296.