

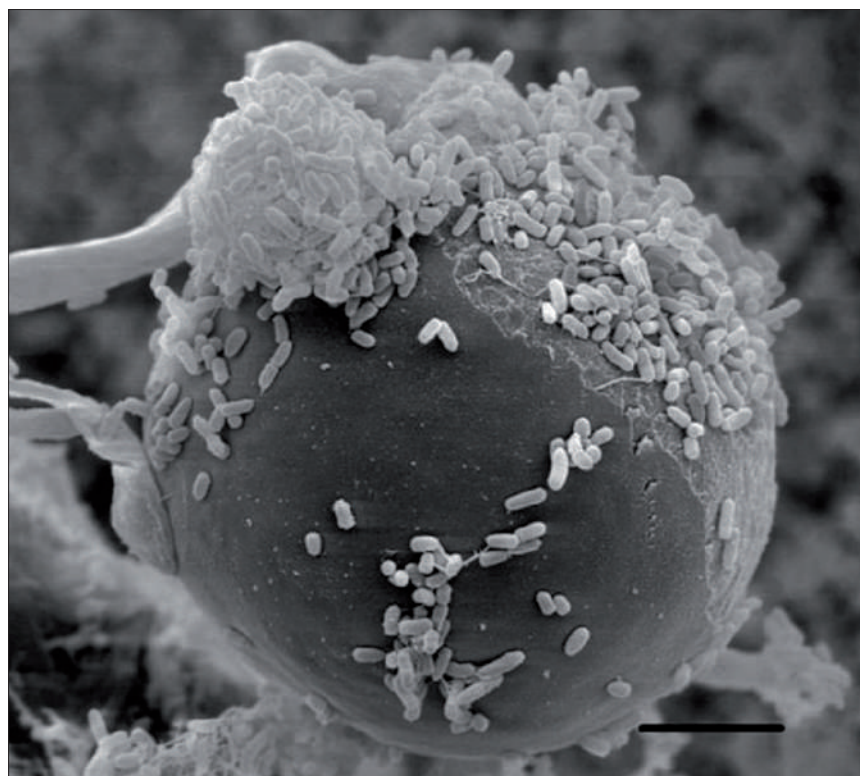
## Los bioplaguicidas: expectativas y nuevos retos

**Emilio Montesinos<sup>1</sup>** (Catedrático de Producción Vegetal (Patología Vegetal). Instituto de Tecnología Agroalimentaria INTEA-CIDSAV Universitat de Girona. Profesor del máster de Protección Integrada de Cultivos)

Los bioplaguicidas, son productos que se utilizan en el manejo de plagas y enfermedades de los cultivos, cuyo mecanismo de acción se basa en procesos naturales. Sin embargo, no es fácil establecer un consenso en su definición ya que resulta difícil matizar el concepto de natural, y porque dicha definición está sometida a influencias de tipo regulatorio y de percepción social. Así, la Unión Europea considera bioplaguicidas a tipos de plaguicidas basados en microorganismos o en productos naturales, mientras que la Environmental Protection Agency (EPA) en Estados Unidos, incluye además las plantas que incorporan material genético añadido, es decir OGMs o sus productos de expresión. No vamos a entrar aquí en este terreno tan polémico en nuestro entorno europeo.

Aunque pueda parecer que la tecnología de bioplaguicidas, es nueva, sus bases se asientan en los métodos tradicionales de protección de los cultivos como los suelos supresivos, rotación, solarización, o en el uso de enmiendas orgánicas o extractos de origen biológico. En muchos casos, se trata de una potenciación directa o indirecta del desarrollo de microorganismos beneficiosos en el entorno de la planta que ejercen un control biológico de plagas y enfermedades, o que aportan propiedades fertilizantes. Con los conocimientos actuales los bioplaguicidas se pueden agrupar en productos fitosanitarios de naturaleza microbiana, generalmente con acción directa sobre el patógeno, y en productos de acción indirecta, que podemos considerar no convencionales, que en ciertos casos actúan como barrera o estimulan mecanismos de defensa en la planta. Estos últimos incluyen los que coloquialmente se denominan fitofortificantes.

La demanda de frutas y hortalizas saludables, bajo una producción que minimice el impacto ambiental ha influido en las nuevas medidas regulatorias Europeas sobre el uso de plaguicidas y en las estrategias de protección vegetal que sin duda refuerzan el papel de los bioplaguicidas en Agricultura. Se han aprobado diversas medidas legislativas como la Directiva 2009/128/CE por la que se establece el marco de la actuación comunitaria para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas, y el Reglamento (CE) 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo relativo a



Oogonio y anteridio de *Phytophthora capsici* parasitados por células de *Pseudomonas fluorescens* EPS817 (Agusti *et al.* 2011. *Journal of Plant Pathology* 93: 363-372).

la comercialización de productos fitosanitarios y por los que se derogan las Directivas 79/117/CEE y 91/414/CEE del Consejo. El nuevo marco establece

que los medios de lucha fitosanitaria deberán ser preferentemente biológicos y físicos, y que se tendrán en cuenta umbrales de tolerancia y actuación

en la protección de los cultivos. Este nuevo contexto regulatorio ha sido recientemente introducido en nuestro marco legislativo por el R.D. 1311/2012. Además, en la Orden APA/1470/2007 se regularon los mecanismos de comercialización para productos no fitosanitarios y en el marco de los otros medios de lucha contra plagas y enfermedades que establecía la Ley de Sanidad Vegetal (Ley 43/2002). No obstante, éste último ha sido muy polémico entre las empresas del sector y usuarios, y va a ser sustituido por una nueva normativa.

Aunque *a priori* pueda parecer que la aprobación de expedientes sobre bioplaguicidas sea más fácil i ágil que para los productos convencionales, esto no es así, ya que los requerimientos son similares, aunque hay que reconocer que la creación de la Agencia Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) ([www.efsa.europa.eu](http://www.efsa.europa.eu)) encargada de la evaluación de riesgo ha agilizado el proceso. En la actualidad han sido aprobadas 24 cepas de microorganismos para formar parte de ingredientes activos de productos fitosanitarios existiendo 7 pendientes de aprobación pero con autorización para la comercialización provisional, y habiéndose denegado 9 expedientes por distintos motivos. En cuanto a productos fitosanitarios que podemos englobar en extractos o sustancias químicas de naturaleza blanda, han sido aprobados 37 compuestos, 13 están pendientes de resolución y 92 no han sido autorizados. Esto significa que de un total de 422 ingredientes activos aprobados (<http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides>), sólo el 5,7% son microbianos, y el 8,8% son no convencionales, es decir algo menos de un 15% de los productos autorizados se pueden considerar bioplaguicidas, y muchos son aceptados en las prácticas de la agricultura ecológica.

A la vista de los resultados del registro de productos en la UE, surge la cuestión sobre la causa de la escasa representación de los bioplaguicidas y en especial de los microbianos, que obviamente no se debe sólo a cuestiones de tipo burocrático y normativo. Este hecho contrasta con la evidencia de que una parte muy significativa de los proyectos de investigación financiados en los últimos 10-15 años, tanto por la Administración española (CiCYT, INIA, CDTI, etc.) como por organismos europeos (Programas Marco, European Research Foundation, etc.), han tenido como objeto el conocimiento o desarrollo de agentes de biocontrol o métodos de lucha biológica o la evaluación de técnicas de control de plagas y enfermedades más sostenibles. Además, se puede constatar que una buena parte de las publicaciones científicas y ponencias en congresos en los campos de la Patología Vegetal y Entomología

Agrícola abordan temáticas relacionadas con los bioplaguicidas ([www.sef.es](http://www.sef.es); [www.seea.es](http://www.seea.es)). Esto viene reforzado por la existencia de varios centenares de patentes que protegen tecnología de bioplaguicidas, en especial sobre cepas de microorganismos y su aplicación en biocontrol de plagas y enfermedades ([www.espacenet.com](http://www.espacenet.com)). Resulta por lo tanto obvio que esta tecnología no está llegando al mercado a la misma velocidad con que se genera, lo que puede deberse, además de una falta de convicción empresarial sobre su rentabilidad, a problemas científico-técnicos todavía sin resolver. Entre éstos se pueden destacar la (1) eficacia baja/moderada de la mayoría de microorganismos antagonistas en comparación con los productos convencionales, (2) la relativamente frecuente inconsistencia de los resultados de eficacia debido a que los bioplaguicidas microbianos son seres vivos que interactúan en un sistema cuádruple (agente de biocontrol, planta huésped, patógeno, ambiente), (3) la existencia de dudas sobre la bioseguridad de algunas especies microbianas que tienen un historial clínico oportunista aunque sean habitantes naturales de la microbiota de las plantas, y (4) la menor vida útil y estabilidad del producto formulado en comparación con los productos químicos, cuya viabilidad celular suele disminuir más rápido con el tiempo que en éstos últimos.

Sin embargo, la investigación científica en este campo está contribuyendo a resolver los problemas mencionados. Voy a citar aquí algunos logros. Afortunadamente, los conocimientos sobre fisiología microbiana, principalmente provenientes del campo farmacéutico (producción de antibióticos, etc.) y alimentario (fermentaciones y starters, probióticos, etc.) están ayudando a mejorar las formulaciones de los bioplaguicidas microbianos. Conviene destacar que procedimientos como la adaptación fisiológica a condiciones de estrés mediante osmoadaptación y refuerzo nutricional, contribuyen a superar el estrés que supone para el microorganismo el paso brusco del laboratorio (fermentación) al campo. Además, dado que los ingredientes activos de los bioplaguicidas son cepas concretas de microorganismos, no existen técnicas microbiológicas suficientemente específicas para su detección y cuantificación una vez aplicados en campo, y en los productos que llegan al consumidor. Las técnicas moleculares basadas en hibridación de ácidos nucleicos (DNA o RNA) han permitido descubrir marcadores moleculares específicos a nivel de algunas cepas y desarrollar técnicas de análisis cuantitativo mediante PCR en tiempo real, NASBA o LAMP. Estas potentes herramientas

permiten realizar estudios de trazabilidad en campo, evaluar su impacto ambiental, y otros estudios ecológicos de dispersión o colonización, necesarios para mejorar su eficacia o delimitar su impacto ambiental. Los avances en la genómica, transcriptómica y proteómica, están permitiendo descubrir caracteres ligados a la patogenia que ayudan a evaluar la bioseguridad o mejorar su eficacia (selección asistida por marcadores moleculares, nuevos mecanismos de acción, etc.). Un avance notable es que se han secuenciado varios genomas completos de agentes de biocontrol de interés. Sorprendentemente, lo mejor está por venir ya que uno se queda perplejo al comprobar que puede resultar más económico y rápido secuenciar un genoma bacteriano que dedicarse a poner de manifiesto características moleculares mediante técnicas clásicas de genotipado. A título de ejemplo, la secuenciación de un genoma bacteriano con estudio bioinformático completo se puede realizar por 3000- 5000€. Esto ha hecho posibles estudios de genómica comparativa de colecciones de cepas de biocontrol dentro de una misma especie que han revelado información clave para mejorar su eficacia como bioplaguicida (p.e. *Pseudomonas fluorescens*, PLoS Genet 8(7): e1002784. doi:10.1371/journal.pgen.1002784).

A pesar de la crisis económica en la que estamos inmersos, se puede constatar una demanda por parte del sector empresarial, de servicios de I+D+i relacionados con la tecnología de bioplaguicidas, así como ayudas y financiación a proyectos en el entorno empresa-OPIs (CDTI, Comunidades Autónomas). Aunque inicialmente, ésta tecnología se ha comercializado más en el entorno de PYMES (International Biocontrol Manufacturers' Association-IBMA, [www.ibma.ch](http://www.ibma.ch); Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes-AEFA, <http://aeфа-agronutrientes.org>), en los últimos años ha surgido un creciente interés por parte de multinacionales del sector de productos fitosanitarios (Asociación Empresarial para la Protección de las Plantas, [www.aepla.es](http://www.aepla.es)). También es de destacar la creación de nuevas empresas Spin-Off por investigadores emprendedores que desarrollan su actividad en OPIs.

Finalmente, podemos concluir que los bioplaguicidas presentan grandes expectativas como herramientas en los programas de protección integrada de los cultivos, y que sin duda contribuirán en el futuro a afrontar los nuevos retos que la Sanidad Vegetal tiene planteados debido a la globalización de los mercados, y a nuevas plagas y enfermedades que afectan a la productividad de los cultivos.