

NOTA TÉCNICA

CONTROL MICROBIANO DE LOS INSECTOS EN LA AGRICULTURA

Marcelo Facundo Berretta

Laboratorio de Metabolitos Bacterianos. Instituto de Microbiología y Zoología Agrícola (IMYZA). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)
berretta.marcelo@inta.gob.ar

Las relaciones entre microorganismos e insectos son enormemente variadas y complejas. Comparativamente con otros microorganismos, los patógenos de insectos o entomopatógenos han recibido mayor atención como objetos de estudio, por su incidencia en la sericultura y la apicultura. Históricamente, la evolución de la patología de insectos como disciplina científica estuvo ligada al desarrollo de la microbiología y sus contribuciones abonaron la teoría del origen microbiano de las enfermedades transmisibles (1).

Las investigaciones fundacionales de la patología de insectos estuvieron referidas a las enfermedades infecciosas que diezaban las poblaciones de cría del gusano de seda, *Bombyx mori* (2). El italiano Agostino Bassi, en 1834, demostró experimentalmente que la enfermedad conocida como “muscardina blanca”, era causada por un hongo posteriormente denominado *Beauveria bassiana* en su honor. El primer agente viral estudiado fue el virus de la poliedrosis nuclear de *B. mori* (familia Baculoviridae), en 1856, debido a la presencia en las larvas infectadas, de inclusiones poliédricas que podían observarse al

microscopio óptico, aunque su naturaleza fue dilucidada mucho después. Louis Pasteur realizó estudios que permitieron reconocer un microsporidio como el agente causal de la enfermedad del gusano de seda conocida como “pebrine” y desarrollar un método diagnóstico. En 1901 Ishiwata aisló un bacilo causante de la enfermedad de *B. mori* que denominó sotto (colapso repentino). Dicha bacteria fue reaislada en Thuringia (Alemania) en 1911 por Berliner y pasó a llamarse *Bacillus thuringiensis*.

Los descubrimientos mencionados impulsaron el estudio de los entomopatógenos para su aplicación en el control de plagas agrícolas y vectores de enfermedades humanas y de animales domésticos. Ya en 1879, Elie Metchnikoff, futuro asociado de Pasteur y premio Nobel de Medicina, realizó los primeros ensayos para controlar un escarabajo plaga del trigo utilizando el hongo actualmente conocido como *Metarhizium anisopliae*.

La utilización de patógenos para controlar plagas de insectos se conoce como “control microbiano” y constituye una forma de control biológico. El control microbiano incluye dos tipos de estrategia de

ESTE BOLETIN SE PUEDE OBTENER EN LA WEB www.aam.org

Correspondencia: boletin@aam.org.ar

Fechas de cierre : 28 de febrero, 31 de mayo, 31 de agosto y 30 de noviembre

NOTA TÉCNICA

CONTROL MICROBIANO DE LOS INSECTOS EN LA AGRICULTURA

utilización de patógenos. El control inoculativo consiste en incorporar el patógeno al ambiente para lograr su establecimiento en la población de la plaga y así lograr su reducción a largo plazo e incluso, su control en forma permanente. Por otro lado, el control inundativo se basa en la aplicación del patógeno como un insecticida químico para lograr una infección masiva y consecuentemente una rápida disminución de la población de la plaga en forma temporaria. Esta última ha sido la estrategia más requerida.

A pesar de su gran potencialidad el control microbiano no fue explotado sino hasta la segunda mitad del siglo XX, en que se difundieron los bioinsecticidas comerciales, especialmente los productos formulados a base de *B. thuringiensis*, gracias a los avances en los procesos fermentativos de producción empleados en la industria y en el conocimiento de los principios que subyacen en las distintas relaciones hospedante-patógeno.

Los niveles actuales de producción agrícola no podrían mantenerse sin programas de control de insectos, los cuales se basan principalmente en la aplicación de insecticidas químicos. Sin embargo, el uso masivo de insecticidas químicos resulta inconveniente en varios aspectos: toxicidad ambiental, erradicación de enemigos naturales y

emergencia de plagas resistentes por selección. Tal situación ha llevado a un replanteo de las tácticas de control para adecuarlas a una estrategia de manejo de plagas que integren el control químico, el uso de cultivares resistentes, diversas prácticas culturales y el control biológico (este último incluye el control microbiano, además del uso de predadores y parasitoides) (3).

Los entomopatógenos presentan importantes ventajas: su especificidad, su capacidad de multiplicación y dispersión natural, la baja probabilidad de aparición de resistencia en los insectos y su inocuidad para el hombre y los organismos no blanco.

Los entomopatógenos pueden clasificarse en dos modos distintos de acción de acuerdo a la vía por la cual producen la infección, pudiendo establecerse una analogía con los insecticidas químicos. Los virus y bacterias deben ser ingeridos para ejercer su acción patogénica, mientras que los hongos actúan "por contacto", ya que penetran al insecto principalmente a través del tegumento.

En este punto cabe mencionar que *B. thuringiensis* produce un cristal parasporal proteico durante la esporulación, formado por proteínas conocidas como Cry (por "crystal") en las que radica la actividad toxicogénica y que representan la causa

ESTE BOLETIN SE PUEDE OBTENER EN LA WEB www.aam.org

Correspondencia: boletin@aam.org.ar

Fechas de cierre : 28 de febrero, 31 de mayo, 31 de agosto y 30 de noviembre

NOTA TÉCNICA

CONTROL MICROBIANO DE LOS INSECTOS EN LA AGRICULTURA

principal que determina la mortalidad en los insectos que ingieren el complejo espora-cristal. Es por ello que para incluir el uso de *B. thuringiensis* como el de otras especies de bacterias cristalíferas, la definición de control microbiano se ha extendido y abarca no solamente la utilización de microorganismos entomopatógenos para el control de plagas, sino también los productos derivados de ellos. Consideraremos fuera de esta definición a las plantas transgénicas resistentes a insectos que expresan toxinas de *B. thuringiensis*.

Un aspecto del éxito de las prácticas de control microbiano radica en el uso de microorganismos que forman estructuras con cierto grado de resistencia a las condiciones ambientales de los ecosistemas agrícolas, principalmente a la desecación y que resultan adecuados para ser aplicados mediante las técnicas que se utilizan con los agroquímicos convencionales. En especial, los baculovirus, que son los virus más empleados en control microbiano, producen una matriz proteica que protege a los viriones formando cuerpos de oclusión conocidos como poliedros (en los nucleopoliedrovirus) o gránulos (en los granulovirus). Los cuerpos de oclusión se solubilizan en el intestino del hospedante, liberando los viriones infectivos, en forma análoga a la solubilización que sufren los cristales de *B.*

thuringiensis como paso previo a la generación de la toxina madura por acción de proteasas intestinales. Por su parte los hongos más empleados en control microbiano pertenecen al Phylum Ascomycota y producen conidios o esporas asexuales. Estos propágulos requieren humedad para germinar y penetrar el tegumento de los insectos, por lo que su efectividad depende en mayor medida de las condiciones microambientales que rodean a los insectos comparada con la de los patógenos que actúan por ingestión.

En cuanto a las técnicas de multiplicación, los baculovirus se propagan *in vivo*, en larvas de las especies susceptibles y en algunos casos en cultivo de células, mientras que las cepas de *B. thuringiensis* y de hongos como *Beauveria bassiana* y *Metarhizium* spp. pueden cultivarse *in vitro*, utilizando una variedad de sustratos, lo cual representa una ventaja para su producción a escala industrial.

En la actualidad se requiere impulsar buenas prácticas agrícolas que aseguren la sustentabilidad de la producción en el tiempo ante el desafío de intensificar la producción para atender la demanda creciente de alimentos. Ello implica que la producción sea económicamente rentable, ambientalmente sostenible y socialmente aceptable. Estos objetivos forman parte de los

ESTE BOLETIN SE PUEDE OBTENER EN LA WEB www.aam.org

Correspondencia: boletin@aam.org.ar

Fechas de cierre : 28 de febrero, 31 de mayo, 31 de agosto y 30 de noviembre

NOTA TÉCNICA

CONTROL MICROBIANO DE LOS INSECTOS EN LA AGRICULTURA

Objetivos de Desarrollo sostenible declarados por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (4). Esta agenda promueve el uso de insumos bio-basados (o bioinsumos) para el sector agrícola dentro de los cuales se encuentran los bioinsecticidas como parte de un portfollio más amplio de productos basados en microorganismos benéficos (que incluye también controladores de enfermedades y promotores de crecimiento de las plantas).

A su vez, los bioinsumos responden al modelo económico que propone la bioeconomía, ya que reducen la dependencia de recursos fósiles y no generan residuos contaminantes (5). El uso de bioinsumos agrícolas pone en foco la importancia de proteger la diversidad microbiana como fuente de materia prima para su desarrollo y la necesidad de ampliar nuestro conocimiento sobre los sistemas y procesos naturales involucrados para potenciarlos en las prácticas agrícolas.

Después de décadas de estancamiento, actualmente el mercado de biopesticidas se encuentra creciendo a una tasa largamente superior a la de los pesticidas convencionales. Esta tendencia responde a una mayor conciencia ambiental de parte de productores y consumidores y a la necesidad de respetar los niveles de residuos permitidos de plaguicidas para la exportación de los

productos agrícolas.

En Estados Unidos, en 2017, había registrados en la Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA), 57 ingredientes activos rotulados para uso contra artrópodos y nematodos, basados en especies/cepas de microorganismos o metabolitos derivados que incluían 21 bacterias, 10 hongos y 8 baculovirus (6).

En nuestro país, se realizan investigaciones sobre entomopatógenos desde hace más de tres décadas y si bien, se han logrado importantes avances, los resultados no se reflejan en el número de productos registrados. El Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) es la autoridad de aplicación para el registro de bioplaguicidas dirigidos al sector agropecuario. Actualmente se hallan registrados en el SENASA dos principios activos para control de insectos: *B. thuringiensis* y el virus de la granulosis de *Cydia pomonella* (CpGV) (7). Este escaso número puede deberse, entre otras causas, al elevado costo de desarrollo y registro de los productos y a la dificultad de acceso y el tamaño reducido del mercado. Con respecto al CpGV los primeros ensayos de uso se llevaron a cabo en plantaciones de manzana en Mendoza, con el registro experimental de la cepa CpGV-INTA-503. Los productos comerciales registrados actualmente en uso brindan resultados

ESTE BOLETIN SE PUEDE OBTENER EN LA WEB www.aam.org

Correspondencia: boletin@aam.org.ar

Fechas de cierre : 28 de febrero, 31 de mayo, 31 de agosto y 30 de noviembre

NOTA TÉCNICA

CONTROL MICROBIANO DE LOS INSECTOS EN LA AGRICULTURA

satisfactorios, empleándose el virus como único medio de control o en combinación con insecticidas químicos (8).

El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación (MAGyP) fundó en 2013 el Comité Asesor en Bioinsumos de Uso Agropecuario (CABUA) como órgano asesor para formulación de propuestas para el sector de bioinsumos. En los últimos años, desde los organismos gubernamentales del sector agropecuario y de ciencia y tecnología se han lanzado programas de promoción para el desarrollo de bioinsumos para responder al crecimiento de la demanda de alimentos sin riesgos para la salud (como es el caso de los alimentos orgánicos, biológicos o ecológicos) y a la necesidad de acceder a mercados internacionales con regulaciones específicas de calidad.

Bibliografía

1. Steinhaus, E.A. 1963. "Insect Pathology. An Advanced Treatise". Academic Press, New York.
2. Tanada, Y., Kaya, H.K. 1993. "Insect Pathology". Academic Press, San Diego.
3. Lecuona, R.E. 1996. "Microorganismos patógenos empleados en el control microbiano de insectos plaga" (R.E. Lecuona, Ed.) M. Mas, Buenos Aires.

4. United Nations. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>

5. Hodson de Jaramillo, E., Henry, G., Trigo, E. 2019. La bioeconomía. Nuevo marco para el crecimiento sostenible en América Latina. Editorial Pontificia Universidad Javeriana.

6. Athurs, S., Dara, S.K. 2019. Microbial biopesticides for invertebrate pests and their markets in the United States. *Journal of Invertebrate Pathology* 165: 13-21.

7. Registro Nacional de Terapéutica Vegetal <https://www.argentina.gob.ar/senasa/programas-sanitarios/productosveterinarios-fitosanitarios-y-fertilizantes/registro-nacional-de-terapeutica-vegetal>

8. Haase S., Sciocco-Cap A., Romanowski, V. 2015. Baculovirus insecticides in Latin America: historical overview, current status and future perspectives. *Viruses* 7: 2230-2267.

ESTE BOLETIN SE PUEDE OBTENER EN LA WEB www.aam.org

Correspondencia: boletin@aam.org.ar

Fechas de cierre : 28 de febrero, 31 de mayo, 31 de agosto y 30 de noviembre