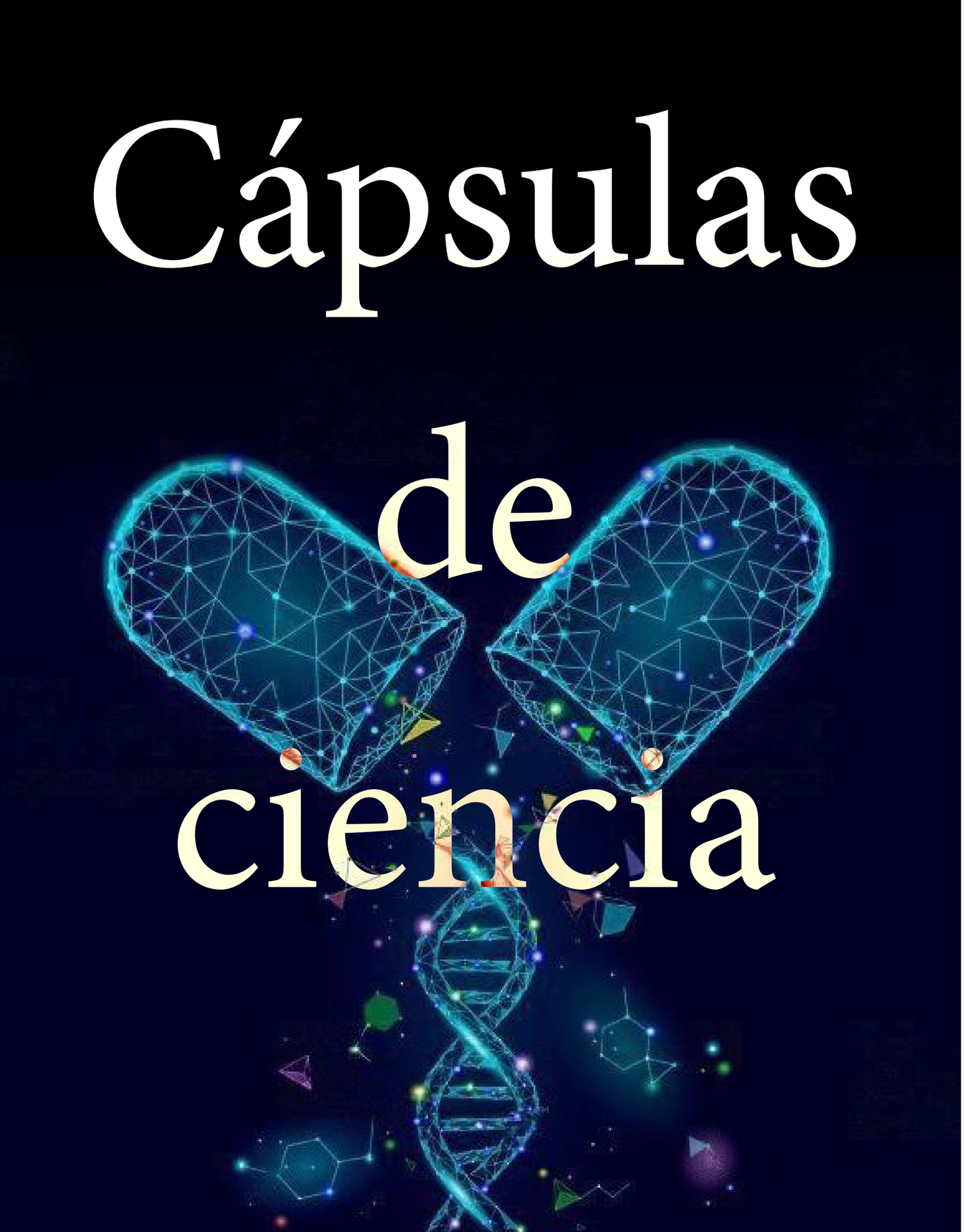
Cápsulas de ciencia



Producción de microorganismos entomopatógenos para el control de insectos plaga en cultivos agrícolas

Ejércitos microscópicos contra insectos plaga

Lucia Araceli Manzanarez Jiménez
Centro Interdisciplinario de Investigación y Desarrollo Integral Regional Sinaloa, Instituto Politécnico Nacional.
lmanzanarezj1800@alumno.ipn.mx

¿Sabías que existen comunidades microscópicas que sirven para regular plagas de insectos en cultivos agrícolas? Los microorganismos son seres vivos microscópicos que habitan los ecosistemas terrestres en comunidades de bacterias, hongos, virus, algas, protozoos, helmintos y nemátodos; diferenciados de acuerdo a su morfología, composición celular, movilidad y reproducción. Su función es vital para la supervivencia, ya que descomponen materia orgánica, producen oxígeno y nutrientes para los seres vivos [1].

En nuestro planeta también existen microorganismos patógenos que afectan a los organismos, sin embargo, la patogenicidad de algunos microorganismos se utiliza con éxito para combatir insectos que se alimentan de cultivos agrícolas. Estos microorganismos son los llamados entomopatógenos, ya que causan enfermedad en los insectos a través de infecciones sistémicas y parasitismo, son susceptibles de reproducir como insumos agrícolas para liberarlos de manera masiva en cultivos infestados por plagas de insectos [2]. Los sistemas de producción masiva de microorganismos entomopatógenos logran estandarizar el escalamiento del laboratorio a la industria, mediante operaciones que integran tipos de nutrientes, parámetros ambientales (pH, temperatura, humedad y oxigenación), así como cinética de crecimiento microbiano (latencia, exponencial, estacionaría y declive del medio) a través de su producción en sustratos sólidos y líquidos, mediante cultivos celulares cerrados, abiertos o continuos, diseñados conforme a un proceso de fermentación [3]. Los microorganismos entomopatógenos de mayor producción y comercialización a nivel mundial es la bacteria *Bacillus thuringiensis* (Berliner) 1915, var. *Kurstaki*, los hongos *Beauveria bassiana* (Balsamo) *Vuillemin* y *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) *Sorokin* y en menor volumen se producen los virus de la poliedrosis nuclear (NPV), y los nematodos *Steinernema* y *Heterorhabditis* [2].

La bacteria *B. thuringiensis* es un microorganismo procariota, unicelular, carente de un núcleo, y tiene forma bacilar. Esta bacteria causa enfermedad en larvas que mastican y perforan los frutos, y las hojas, tallos y flores de las plantas, también enferma mosquitos y escarabajos; una vez que el insecto ha comido la bacteria, esta libera las proteínas Cry (crystal) y Cyt (cytolytic) que afectan su intestino, ocasionando que deje de alimentarse y muera por septicemia en un tiempo de 24 y 48 horas después de ingerir la bacteria [3]. *B. thuringiensis* se reproduce de manera industrial a través de fermentación líquida [4]. Los hongos *B. bassiana* y *M. anisopliae* son microorganismos eucariotas, se nutren de manera heterótrofa, y tienen forma filamentosa. Estas dos especies de hongos entomopatógenos eliminan insectos por medio de esporas o conidias infectivas que se adhieren y penetran el cuerpo de los insectos causando su muerte entre el día 3 y 5 después de haber sido invadido por el hongo [5]. Los hongos se reproducen en un sistema bifásico; primero se obtienen las esporas en medio líquido, y después pueden ser transferidas a un medio inerte o nutri-

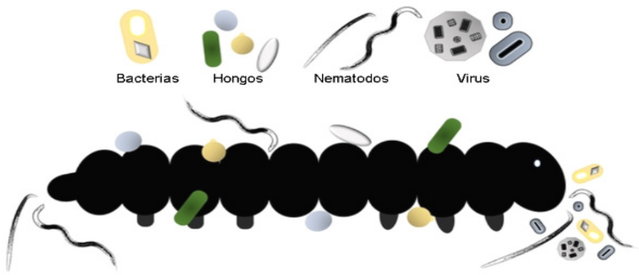


Figura 1. Mecanismos de infección por microorganismos entomopatógenos (Dara, 2017)

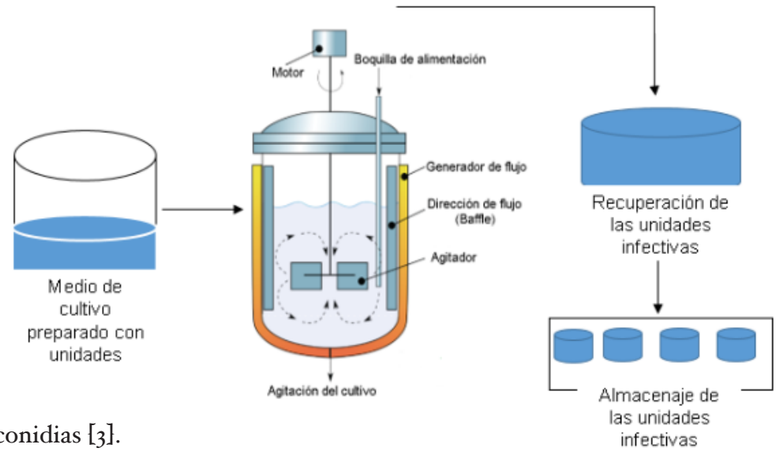


Figura 2. Diagrama general de un bioproceso para la producción de unidades infectivas de bacterias, hongos, virus y nematodos

tivo para la producción de conidias [3].
En cuanto a los virus, estos son entidades "ultramicroscópicas" no celulares que consisten en un núcleo de ácido nucleico (ADN o ARN) rodeado por una cubierta proteica. Los virus entomopatógenos más utilizados para el control de larvas de lepidópteros son los Baculovirus (BV) clasificados como virus de la poliedrosis nuclear (NPV) y granulovirus (GV) [4]. El mecanismo de patogénesis viral es a través de la replicación del virus en el núcleo de las células del intestino del insecto; esto causa pérdida de apetito y flacidez, así como escurrimiento de fluidos a través del cuerpo del insecto. Una característica distintiva de la infección por virus entomopatógenos es el movimiento del insecto hacia la parte superior de la planta, en posiciones colgantes. Los virus se reproducen *in vivo* en un sistema de producción insecto-hospedero, también se propagan *in vitro* mediante cultivos celulares, en sistemas de producción de cultivo cerrado y continuo [3]. Finalmente tenemos a los nematodos entomopatógenos, los cuales tienen una cutícula elástica con estrías transversales, su forma es cilíndrica y son translucidos. Los nematodos de mayor utilidad para el control de plagas pertenecen a los géneros *Steinernematidae* y *Heterorhabditis* [4]. Los estadios juveniles parasitan a los insectos a través de las aberturas naturales, espiráculos o partes suaves del cuerpo del insecto, en su interior se multiplican rápidamente y muere por septicemia causada por las bacterias *Xenorhabdus* y *Photorhabdus*, permitiendo a los nematodos desarrollarse sobre el tejido del insecto [3]. Al igual que los virus, los nematodos se reproducen *in vivo* en larvas de polilla de la cera *Galleria mellonella*, e *in vitro* en cultivo sólido y fermentación[4].
El sistema de reproducción comercial de los microorganismos entomopatógenos son los bioprocesos, los cuales emplean métodos biotecnológicos de reproducción para cada género y especie de microorganismo; como sustratos líquidos y sólidos que sirven de soporte o vehículo para su crecimiento mayormente en fermentadores industriales (150-6000 litros), que operan en condiciones controladas para facilitar el desarrollo de una reacción de crecimiento microbiano. En el diseño de los bioprocesos se integran métodos biotecnológicos, normativos, de bioseguridad y calidad del producto [3]. El bioproceso se ajusta en función de la cinética de crecimiento del microorganismo, y de acuerdo a sus necesidades biológicas se utilizan sistemas de producción de cultivo abierto, cerrado y continuo. En el sistema abierto se inoculan los microorganismos, y la entrada de nutrientes se programa de manera escalonada de acuerdo con las necesidades del cultivo, en el sistema cerrado los microorganismos y los nutrientes se inoculan en la cantidad adecuada con el objetivo de obtener el producto por lote, y en el sistema continuo la producción se alimenta en partes iguales de microorganismos y nutrientes y se obtiene el producto conforme avanza la alimentación [4].
Actualmente los microorganismos entomopatógenos, suelen ser efectivos para el combate de insectos y no muestran amenazas a las plantas ni a los humanos, los estudios para su producción como insumos agrícolas continúan su desarrollo mediante la investigación de nuevas cepas con potencial para el control biológico de insectos, así como nuevas fuentes de nutrientes, mejoramiento de las variables de crecimiento durante su cultivo, y también el desarrollo de tecnología, formulación y su aplicación en cultivos agrícolas, con el objetivo de reducir o eliminar el uso de insecticidas químicos y mejorar la calidad de los productos agrícolas.

Glosario

Ácido nucleico: moléculas que contienen, almacenan y expresan la información genética de los organismos.
Baculovirus: son virus patógenos que infectan exclusivamente insectos.
Bioproceso: es un proceso específico que utiliza células vivas completas o sus componentes (por ejemplo, bacterias, virus, enzimas, etc.) para obtener los productos deseados.
Cinética de crecimiento microbiano: incremento del número de células a partir de las de latencia, exponencial, estacionaria y de muerte.
Cultivo cerrado de microorganismos: los microorganismos y los nutrientes se inoculan en la cantidad adecuada con el objetivo de obtener el producto por lote.
Cultivo abierto de microorganismos: los microorganismos y nutrientes se programa de manera escalonada de acuerdo con las necesidades del cultivo.
Cultivo continúo: los microorganismos y los nutrientes se alimenta en partes iguales y se obtiene el producto conforme avanza la alimentación.
Especie: unidad básica de la taxonomía, es decir, la parte de la biología dedicada a la clasificación biológica de las especies.
Espora: cuerpo microscópico unicelular o pluricelular que se forma con fines de dispersión y supervivencia por largo tiempo en condiciones adversas, y que generalmente es una célula haploide.
Eucariónte: célula y organismo animal y vegetal que presenta un núcleo diferenciado, envuelto por una membrana y con citoplasma organizado.
Fermentación: proceso químico por el que se forman los alcoholes y ácidos orgánicos a partir de los azúcares por medio de los fermentos.
Género: es una categoría taxonómica que se ubica entre la familia y la especie; así, un género es un grupo de organismos que a su vez puede dividirse en varias especies.
In vitro: investigación que se realiza fuera del organismo, en el vidrio de un tubo de ensayo.
In vivo: investigación que se realiza dentro del organismo, en el vidrio de un tubo de ensayo.
Insumo agrícola: son productos de uso agropecuario destinados a la sanidad y alimentación de la producción agroalimentaria y de los animales.
Larva: animal en estado de desarrollo, cuando ha abandonado las cubiertas del huevo y es capaz de nutrirse por sí mismo, pero aún no ha adquirido la forma y la organización propia de los adultos de su especie.
Lepidóptero: orden de insectos con antenas largas, ojos compuestos, boca chupadora y cuatro alas cubiertas de membranitas imbricadas; tienen metamorfosis completa, en el estado de larva reciben el nombre de oruga, son masticadores y sus ninfas son las crisálidas, como el gusano de la seda.
Microorganismo entomopatógeno: microorganismos que causan enfermedad en los insectos ya sea a través de infecciones, parasitismo y/o toxemia.
Microorganismo patógeno: microorganismo capaz de originar una enfermedad a la biología de un huésped, ya sea un humano, animal o planta.
Proteína Cry: factor de virulencia de la bacteria Bacillus thuringiensis; varias proteínas Cry tienen actividad letal contra los insectos lepidópteros y coleópteros.
Septicemia: es la presencia de bacterias en la sangre (bacteriemia) que a menudo ocurre con infecciones graves. También conocida como sepsis, la septicemia es una respuesta grave y potencialmente mortal a una infección que empeora de forma muy rápida.

Referencias

[1] Fuerst, J.A. (2014). Microorganisms—A journal and a unifying concept for the science of microbiology. *Microorganisms*, vol. 2, pp. 140–146.
[2] De Faria, M.R., Wraight S.P. (2007). Mycoinsecticides and mycoacaricides: a comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types. *Bio Control, vol. 43, pp. 237–256, 2007.*

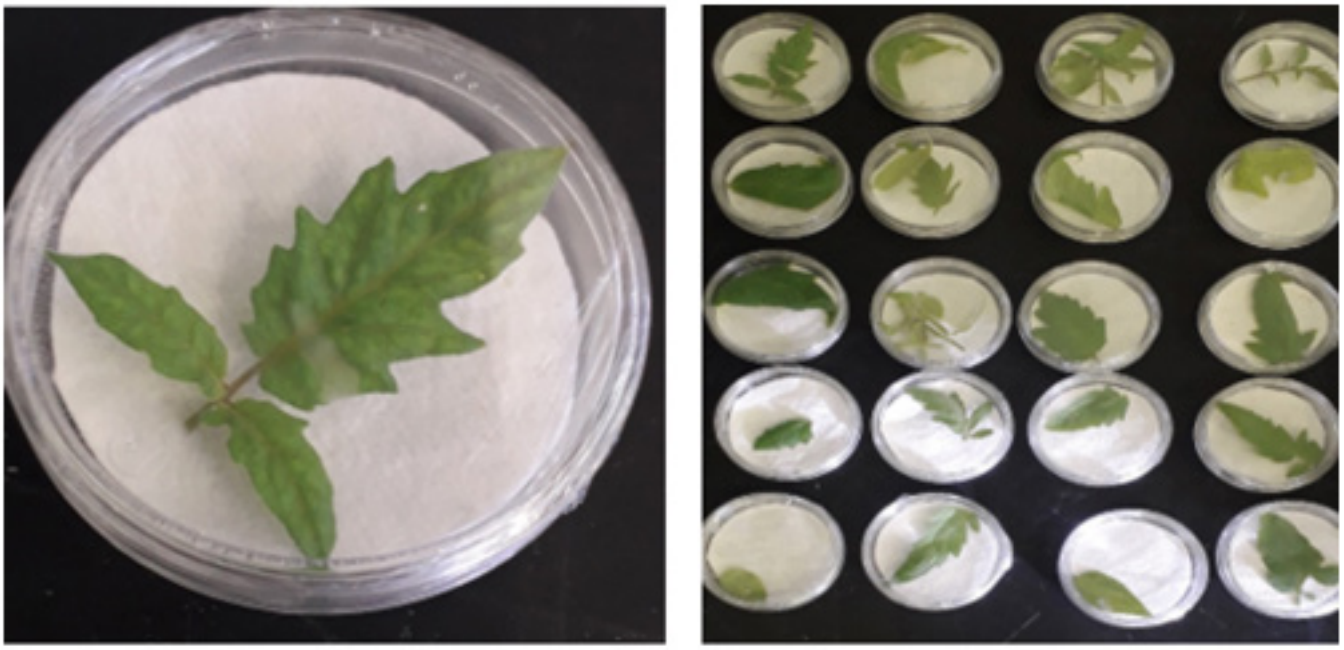


Figura 3. Bioensayos con microorganismos entomopatógenos in vitro

[3] Manzanarez-Jiménez L.A. and García-Gutiérrez, C. (2019). Modelo tecnológico industrial para la producción de bioinsecticidas. *Rev. Multidiscip. Av. Investig.,* vol. 5, no. 2, pp. 1–11.

[4] Arthurs S. and Dara, S. K. (2019). Microbial biopesticides for invertebrate pests and their markets in the United States. *J. Inv. Path., vol. 165. Academic Press Inc., pp. 13–21.*

[5] Manzanarez J. L. A., García G. C. (2020). Producción de esporas de Metarhizium anisopliae y Beauveria bassiana por cultivo bifásico y su patogenicidad contra Heliothis virescens F, *in 4to Congreso nacional de investigacion interdisciplinaría. Enfrentando retos emergentes de ciencia y tecnología, C. M. Antonio, Z. C. A. Merlo, and S. C. Márquez, Eds. SEPI-UPIIC-SA-IPN, pp. 123–126.*

[6] Jaronski S.T., Jackson, M.A. (2012). Mass production of entomopathogenic Hypocreales," *in Manual of techniques in invertebrate pathology, Second., L. A. Lacey, Ed. San Diego, CA 92101-4495, USA: Academic Press, pp. 255–284.*