



FICHA TÉCNICA **CB-39**

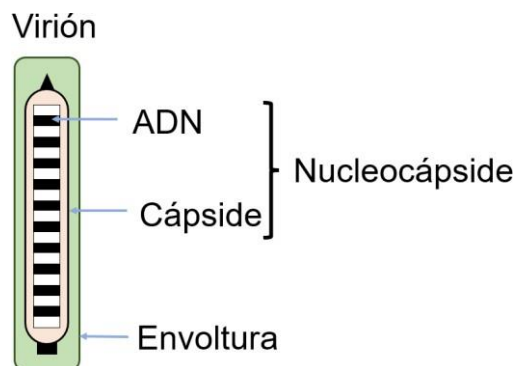
**BACULOVIRUS CONTRA PLAGAS  
AGRÍCOLAS DE LEPIDÓPTEROS  
EN MAÍZ**

CENTRO NACIONAL DE REFERENCIA FITOSANITARIA  
DEPARTAMENTO DE CONTROL BIOLÓGICO

**INTRODUCCIÓN**

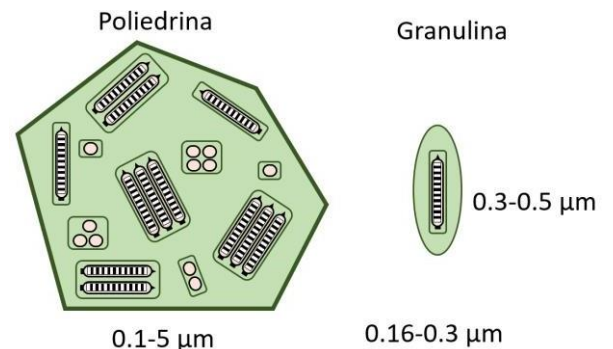
Los virus son entidades biológicas cuyos genomas pueden ser de ARN o ADN y de manera obligatoria tienen que replicarse dentro de las células del huésped. Se han asociado virus a la mayoría de los microorganismos y macroorganismos, por lo que tienen un papel ecológico importante al mantener en balance las poblaciones, lo que los hace atractivos para su uso como agentes de control biológico. Se han reportado más de 1,100 virus que infectan a insectos. La mayoría de los trabajos para desarrollar agentes de control biológico de insectos se ha hecho en la familia Baculoviridae (Wagemans *et al.* 2022; Williams *et al.* 2017).

Los virus de la familia Baculoviridae, también conocidos como baculovirus, son virus grandes con un genoma de ADN circular de doble cadena, que varía entre 80 a 180 mil pares de bases. Sus viriones consisten en nucleocápsidas cilíndricas envueltas que tienen forma de bastón (**Fig. 1**) que se encuentran dentro de una matriz de proteína llamada cuerpo de inclusión (OB), llegando a medir entre 0.16 – 5 µm. (**Fig. 2**).



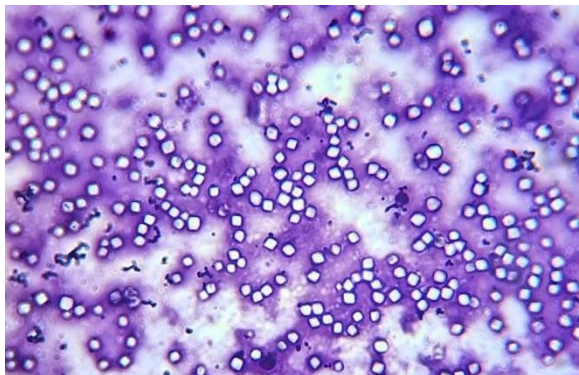
**Figura 1.** Estructura de los viriones

La función de la nucleocápsida es transportar el ADN del virus a la célula huésped. Consiste en una vaina o cápsida cilíndrica donde se encuentra el ADN (**Fig. 1**). Un virión es formado cuando la nucleocápsida adquiere una membrana de lípidos y proteínas, los cuales se presentan en dos formas, viriones derivados de cuerpos de inclusión (ODV) y viriones brotados (BV), siendo estos últimos no incluidos en una matriz de proteínas, y son los que transmiten la infección a los diferentes tejidos del huésped (Grzywacz, 2017).



**Figura 2.** Cuerpos de inclusión, constituidos por una matriz de poliedrina con forma de poliedro irregular y matriz de granulina, forma de gránulo.

El OB protege a los viriones de las condiciones ambientales, favoreciendo su permanencia en el ambiente hasta ser consumidos por un insecto susceptible. Estos son sintetizados al final del proceso de infección, dándoles la forma la proteína de la que están constituidos, ya sea en forma de poliedro irregular (poliedrina) o gránulo (granulina) (**Fig. 2**). Al formarse los OB quedan incluidos uno a varios viriones (viriones derivados de cuerpos de inclusión). Gracias al gran tamaño que tienen los OB es posible observarlos en el microscopio óptico con el objetivo de 100X usando aceite de inmersión (**Fig. 3**). (Harrison *et al.* 2018).



**Figura 3.** Cuerpos de inclusión de *Spodoptera frugiperda* multiple nucleopolyhedrovirus observados en un microscopio óptico a 100X (tinción Giemsa).

La familia Baculoviridae (clase Naldaviricetes; orden Lefavirales) tiene cuatro géneros (Harrison *et al.* 2018; van Oers *et al.* 2023).

*Alfabaculovirus.* Infectan al orden Lepidoptera, sus OB contienen viriones múltiples con una o varias nucleocápsidas, tienen un diámetro de 0.5 a 5  $\mu\text{m}$  (hasta 15  $\mu\text{m}$ ). Se replican en todo el cuerpo del insecto. Actualmente pertenecen 65 especies.

*Betabaculovirus.* Infectan al orden Lepidoptera. Sus OB tienen forma ovocilíndrica, los viriones están formados por una sola nucleocápsida envuelta, diámetro de 0.12 a 0.50  $\mu\text{m}$ . Se replican en todo el cuerpo del insecto. Actualmente pertenecen 28 especies.

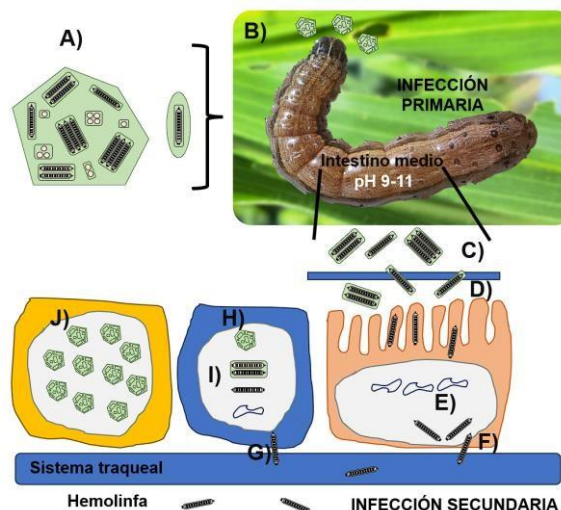
*Deltabaculovirus.* Infectan al orden Diptera. Su OB codifica una matriz de proteínas no relacionada a los otros géneros, longitud de 0.5 a 5  $\mu\text{m}$ . Se replican exclusivamente en células del epitelio del intestino medio.

*Gammabaculovirus.* Infectan al orden Hymenoptera. OB con múltiples viriones, nucleocápsida envuelta de manera simple. OB de 0.4 a 1.1  $\mu\text{m}$ .

## PROCESO DE INFECCIÓN

En la mayoría de las especies el proceso de infección es de dos etapas. En la primera etapa ocurre la infección primaria seguida de la amplificación en el intestino medio. Mientras que la segunda etapa ocurre la fase de infección sistémica (secundaria), en la que la infección se propaga por todo el cuerpo, incluso en la epidermis, y que concluye con la producción masiva de OB (**Fig. 4**).

La infección primaria inicia cuando una larva susceptible ingiere los OB (**Fig. 4A y B**). Al llegar al intestino medio de la larva, el cual tiene un pH alcalino (entre 9-11) los OB se disuelven liberando los viriones derivados de cuerpo de inclusión (ODV) (**Fig. 4C**). Se ha observado que los OB no son solubles en el intestino de aves, mamíferos y lombrices los cuales pueden ayudar a la dispersión de los baculovirus (Lapointe *et al.* 2012; Hernández-Melchor *et al.* 2020).



**Figura 4.** Proceso de infección por baculovirus. Modificado de Williams *et al.* 2017. Detalles en texto.

Los ODV pasan a la membrana peritrófica y se unen por fusión a las microvellosidades epiteliales del intestino medio (**Fig. 4D**), permitiendo que la nucleocápsida entre al citoplasma y posteriormente entra al núcleo de la célula a través de los poros nucleares, donde el ADN viral comienza su replicación (**Fig. 4E**). Las nuevas nucleocápsidas son transportadas a la membrana laminar basal, tomando una envoltura de la membrana plasmática del huésped y emergiendo como virión brotado (BV; **Fig. 4F**) iniciando la infección secundaria. Los BV son muy eficientes para la infección de célula a célula, dispersándose a otras células y tejidos por el epitelio traqueal, hemocitos, grasa corporal etc. (**Fig. 4G**), entrando al núcleo de las nuevas células y replicándose (**Fig. 4I y H**). En la etapa final de infección por BV, cambia a la síntesis de ODV, los cuales son incluidos en una matriz proteica (granulina o polihedrina) para generar un nuevo OB, acumulándose en el núcleo de las células (**Fig. 4J**). Posteriormente en las etapas finales de la infección son codificadas dos tipos de enzimas, proteasas (que degradan proteínas) y quitinasas (degradan la quitina) produciendo la licuefacción del cuerpo de la larva y liberación de los OB (Gómez y Villamizar, 2012; Slack y Arif, 2007; Williams *et al.* 2017).

### SÍNTOMAS DE INFECCIÓN POR BACULOVIRUS

Los síntomas se hacen evidentes en los estados avanzados de la infección, algunas larvas presentan cambio de coloración debido a la acumulación de OB en los tejidos (**Fig. 5**), además se vuelven lentas en sus movimientos, flacidez corporal, dejan de alimentarse, muestran retraso en el desarrollo y se movilizan a las partes superiores de las plantas, donde mueren adheridas de las pseudopatas colgando con su cabeza al suelo (OECD, 2023).



**Figura 5.** Larva de *Spodoptera frugiperda* en un estado avanzado de infección por baculovirus (criada en laboratorio con dieta artificial).

### TRANSMISIÓN

Presentan transmisión mixta, ya sea vertical (de padres a progenie) u horizontal por ingestión (*per os*). La transmisión vertical está asociada a una infección de baja virulencia lo que permite al huésped reproducirse, la transmisión se puede dar dentro del ovario al huevo (transovárica) o al depositar los huevos dejando (transovum). La transmisión horizontal es la principal estrategia de transmisión de los baculovirus (Grzywacz, 2017).

### BACULOVIRUS EN EL CONTROL BIOLÓGICO DE LEPIDÓPTEROS DE MAÍZ (*Zea mays*).

Las ventajas de los baculovirus como agente de control biológico son la ausencia de toxinas y metabolitos, no pueden reproducirse sin su insecto huésped y no infectan a otros insectos u otros organismos incluyendo a los humanos y otros animales. Además han sido usados como una herramienta en el manejo de la resistencia a los insecticidas químicos. (Buerger *et al.* 2007; Sun y Peng, 2007; Sun, 2015).

Los baculovirus son más infecciosos en larvas neonatas e instares tempranos. Un solo OB puede ser suficiente para infectar a una larva neonata la cual puede morir a las 72 horas (Landwehr, 2021).

Las principales plagas que atacan al maíz en México y que pueden ser controlados por los baculovirus son: gusano elotero, *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850), gusano de la mazorca, *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1808), gusano soldado, *Spodoptera exigua* (Hübner, 1808) y gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). Todas del orden Lepidoptera, familia Noctuidae.

Los baculovirus aislados de los cuales se han comercializado productos pertenecen al género *Alphabaculovirus*. los cuales son los siguientes:

#### ***Helicoverpa armigera nucleopolyhedrovirus* (HearNPV)**

Nombre científico actual:

*Alphabaculovirus helarmigerae*

Nombre del virus: *Helicoverpa armigera nucleopolyhedrovirus* (HearNPV) y *Heliothis zea single nucleopolyhedrovirus* (HzSNPV) los cuales son la misma especie (Adams *et al.* 2015).

Este virus ataca a larvas del género *Heliothis* y *Helicoverpa*, por lo que se ha usado para controlar al gusano elotero y al gusano de la mazorca, en África del Sur, Australia, Brasil, China, Estados Unidos de Norteamérica, India y la Unión Europea (Sun, 2015).

Al consultar en la COFEPRIS, en los Registros Sanitarios de Plaguicidas, Nutrientes Vegetales y LMR, se encontró el producto Gemstar LC con el número de registro RSCO-INAC-0103M-301-094-001 (COFEPRIS, 2023).

#### ***Spodoptera exigua multiple nucleopolyhedrovirus* (SeMNPV)**

Nombre científico actual: *Alphabaculovirus spexiguae*.

Nombre del virus: *Spodoptera exigua multiple nucleopolyhedrovirus*

Este virus tiene una alta especificidad, alta patogenicidad y una rápida velocidad de muerte. Se ha usado en Estados Unidos de Norteamérica y países de la Unión Europea.

Al consultar en la COFEPRIS, en los Registros Sanitarios de Plaguicidas, Nutrientes Vegetales y LMR, se encontró el producto Spod-XLC con el número de registro RSCO-INAC-0103H-301-094-0.64. (COFEPRIS, 2023)

#### ***Spodoptera frugiperda multiple nucleopolyhedrovirus* (SfMNPV)**

Nombre científico actual:

*Alphabaculovirus spofrugiperdae*

Nombre del virus: *Spodoptera frugiperda multiple nucleopolyhedrovirus*.

Ha sido usado en África, Australia, Brasil, Estados Unidos de Norteamérica y Paraguay. Un aislado reportado por Harrison *et al.* 2008, se vende en Estados Unidos de Norteamérica como Fawligen y en Brasil como Cartugen.

Actualmente COFREPRIS no tiene el registro de productos que se comercialicen en México y que contengan SfMNPV (COFEPRIS. 2023).

## LITERATURA CITADA

- Adams, M.J., E.J. Lefkowitz, A.M.Q. King, D.H. Bamford, M. Breitbart, A.J. Davison, S.A. Ghabrial, A.E. Goraleny, N.J. Knowles, P. Krell, R. Lavigne, D. Prangishvili, H. Sanfaçon, S.G. Siddell, P. Simmonds & E.B. Carstens. 2015.** Ratification vote on taxonomic proposals to the International Committee on Taxonomy of Viruses (2015). *Archives of Virology* 160: 1837-1850. <https://doi.org/10.1007/s00705-015-2425-z>
- Buerger, P., C. Hauxwell, D. & D. Murray. 2007.** Nucleopolydiovirus introduction in Australia. *Virology* Sin. 22: 173–179. <https://doi.org/10.1007/s12250-007-0019-y>
- COFEPRIS. 2023,** 01 de noviembre. Consulta de Registros Sanitarios de Plaguicidas, Nutrientes Vegetales y LMR. Plaguicidas, Virus. <http://siiipris03.cofepris.gob.mx/Resoluciones/Consultas/ConWebRegPlaguicida.asp>
- OECD. 2023,** 01 de noviembre. Guidance document on Baculoviruses as plant protection products. Series on Pesticides, No. 111, OECD Publishing, Paris, [https://one.oecd.org/document/ENV/CBC/MONO\(2023\)21/en/pdf](https://one.oecd.org/document/ENV/CBC/MONO(2023)21/en/pdf)
- Gómez, J. & L. Villamizar. 2012.** Baculovirus: Hospederos y especificidad. *Revista Colombiana de Biotecnología* 15: 143-155.
- Grzywacz, D. 2017.** Chapter 3 - Basic and applied research: Baculovirus. En: *Microbial Control of Insect and Mite Pests*, Lacey, L.A. (Ed.). Academic Press, pp. 27-46. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803527-6.00003-2>
- Harrison, R.L., E.A. Herniou, J.A. Jehle, D.A. Theilmann, J.P. Burand, J.J. Becnel, P.J. Krell, M.M. van Oers, J.D. Mowery, G.R. Bauchan & I.R. Consortium. 2018.** ICTV Virus Taxonomy Profile: Baculoviridae. *Journal of General Virology* 99: 1185-1186. <https://doi.org/10.1099/jgv.0.001107>
- Harrison, R.L., B. Puttler & H.J.R. Popham. 2008.** Genomic sequence analysis of a fast-killing isolate of *Spodoptera frugiperda* multiple nucleopolyhedrovirus. *Journal of General Virology* 89: 775-790. <https://doi.org/10.1099/vir.0.83566-0>
- Hernández-Melchor, L., J.J. Ramírez-Santiago, G. Mercado & T. Williams. 2020.** Vertical dispersal of nucleopolyhedrovirus occlusion bodies in soil by the earthworm *Amyntas gracilus*: A field based estimation. *Biocontrol Sci. Technol.* 30, 602–608. <https://doi.org/10.1080/09583157.2020.1738344>
- Landwehr, A. 2021.** Benefits of Baculovirus Use in IPM Strategies for Open Field and Protected Vegetables. *Front. Sustain. Food Syst.* 4:593796. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.593796>
- Lapointe, R., D. Thumbi & C. Lucarotti. 2012.** Recent advances in our knowledge of baculovirus molecular biology and its relevance for the registration of baculovirus-based products for insect pest population control. En: *Integrated Pest Management and Pest Control - Current and Future Tactics*, Larramendy, M.L., Soloneski, S., (Eds.). IntechOpen, Rijeka, Croatia. pp 481-522. <https://doi.org/10.5772/31389>
- van Oers, M.M., E.A. Herniou, J.A. Jehle, P.J. Krell, A.M.M. Abd-Alla, B.M. Ribeiro, D.A. Theilmann, Z. Hu & R.L. Harrison. 2023.** Developments in the classification and nomenclature of arthropod-infecting large DNA viruses that contain *pif* genes. *Archives of Virology* 168:182. <https://doi.org/10.1007/s00705-023-05857-9>
- Slack, J & B.M. Arif. 2007.** The baculoviruses occlusion-derived virus: virion structure and function. *Adv Virus Res.* 69:99-165. [https://doi.org/10.1016/S0065-3527\(06\)69003-9](https://doi.org/10.1016/S0065-3527(06)69003-9)
- Sun, X. & H. Peng. 2007.** Recent advances in control of insect pests by using viruses in China. *Virology* Sin. 22:158–162. <https://doi.org/10.1007/s12250-007-0017-0>
- Sun, X. 2015.** History and current status of development and use of viral insecticides in China. *Viruses* 7: 306–319. <https://doi.org/10.3390/v7010306>
- Wagemans, J., D. Holtappels, E. Vainio, M. Rabiey, C. Marzachi, S. Herrero, M. Ravanbakhsh, C.C. Tebbe, M. Ogliastro, M.A. Ayllón & M. Turina. 2022.** Going Viral: Virus-Based Biological Control Agents for Plant Protection Annual Review of Phytopathology 60: 21-42. <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-021621-114208>
- Williams, T., C. Virto, R. Murillo & P. Caballero.. 2017.** Covert infection of insects by baculoviruses. *Frontiers in Microbiology* 8: 1337. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01337>

---

Dr. Víctor M. Villalobos Arámbula  
**SECRETARIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL**  
Ing. Francisco Javier Calderón Elizalde  
**DIRECTOR EN JEFE DEL SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD,  
INOCUIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA**  
M. en B. Francisco Ramírez y Ramírez  
**DIRECTOR GENERAL DE SANIDAD VEGETAL**  
M. en C. Guillermo Santiago Martínez  
**DIRECTOR DEL CENTRO NACIONAL DE REFERENCIA FITOSANITARIA**  
M. en C. Jorge Antonio Sánchez González  
**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CONTROL BIOLÓGICO**

**Elaboraron:**

Dr. Carlos Fernando Regla Márquez  
Dr. Facundo Rafael Muñiz Paredes  
Mónica Kareli Chávez Cruz

**DEPARTAMENTO DE CONTROL BIOLÓGICO**

KM 1.5 CARRETERA TECOMÁN-ESTACIÓN FFCC. C.P.  
28110 TECOMÁN, COLIMA.  
TEL. (313) 32 4 07 41 y 45

<https://www.gob.mx/senasica/acciones-y-programas/centro-nacional-de-referencia-de-control-biologico-103097>

**Sugerencia de como citar esta ficha:**

Regla-Márquez C.F., F.R. Muñiz-Paredes y M.K. Chávez-Cruz. 2023. Baculovirus contra plagas agrícolas de lepidópteros en maíz. Departamento de Control Biológico, Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria, Dirección General de Sanidad Vegetal, SENASICA. Ficha Técnica CB-39, 5p.