



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

Instituto de Investigaciones Agropecuarias y
Forestales

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

TESIS

Para obtener el grado académico de:
Maestro en Producción Agropecuaria

Evaluación de formulados sólidos de origen vegetal, como
portadores de un baculovirus, para el control del gusano cogollero
Spodoptera frugiperda (J. E. Smith)

QUE PRESENTA:

ING. DULCE BETZABETH RIVERA NÚÑEZ

DIRECTORA:

DRA. ANA MABEL MARTÍNEZ CASTILLO

CODIRECTORA:

DRA. SELENE RAMOS ORTIZ

MORELIA, MICHOACÁN, ABRIL 2026.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo por impulsar la formación de quienes buscamos crecer en el ámbito científico.

Al Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IIAF), por abrirme sus puertas y permitirme entrar al Programa de Maestría en Producción Agropecuaria, encontré un espacio académico que me permitió aprender, crecer y avanzar en este camino.

A la Coordinación de la Investigación Científica, por el apoyo brindado a los proyectos dentro de la universidad y por impulsar el trabajo científico que forma parte de nuestra formación.

A la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación, por brindarme la beca de apoyo a la maestría, la cual fue parte fundamental en este proceso.

Al grupo de Entomología Agrícola, gracias por recibirme en su equipo de trabajo y hacerme sentir parte del laboratorio desde el primer día. Gracias por su disposición y por todo lo que me enseñaron.

A la doctora Ana Mabel Martínez Castillo, directora de mi tesis, por su guía, paciencia y compromiso constante durante el desarrollo de esta tesis. Gracias por compartir su conocimiento conmigo, por sus observaciones y motivarme a siempre dar lo mejor de mí.

A mi codirectora de tesis, la Dra. Selene Ramos Ortiz, quien estuvo presente en cada paso de este proceso y me recibió con mucho cariño y entusiasmo.

A mis sinodales, el Dr. Samuel Pineda Guillermo, la Dra. Norma Zamora Avilés y el Dr. José Isaac Figueroa de la Rosa, por el tiempo dedicado a la revisión de este trabajo, por sus valiosas sugerencias y observaciones, y por contribuir a enriquecer la calidad científica de esta investigación.

A mis compañeros y grandes amigos, Andrea Zermeño, Adileni Hernández y Yordanys Ramos, fueron clave en este proceso, por recordarme día a día lo mucho que puedo dar y lo capaz que puedo ser.

A mi familia, por ser mi base y mi refugio en cada etapa de este camino. Gracias por su apoyo incondicional y por creer en mí, incluso en los días en que yo dudaba. Y a mi hijo, quien ha sido mi mayor motivo y mi impulso más fuerte. Gracias por darme la fuerza para seguir adelante.

DEDICATORIA

A lo largo de mi vida he dedicado mis logros a las personas que amo. Mi familia ha sido raíz, sostén y refugio en los momentos más difíciles, y su amor ha estado presente en cada paso que he dado. Pero esta vez quiero hacer algo distinto. Esta tesis de maestría me la dedico a mí.

A la joven de 17 años que se convirtió en mamá y, en medio del miedo, pensó que tal vez sus sueños tendrían que esperar. A esa versión mía que dudó si podría seguir estudiando, si sería suficiente, si el mundo le permitiría ser madre y profesionista al mismo tiempo.

A quien nunca tuvo un plan perfectamente definido, pero siempre fue soñadora. Siempre aspiró a una vida con propósito, a crecer, a prepararse y a demostrar que las circunstancias no determinan el alcance de nuestras metas.

Este trabajo representa constancia, disciplina y compromiso. Representa noches de estudio, organización del tiempo, responsabilidades compartidas y decisiones firmes. Representa la elección de no abandonar un proyecto personal aun cuando el camino exigía más esfuerzo.

Esta tesis de maestría no simboliza únicamente un grado académico, sino un proceso de formación y transformación.

Y aunque hoy me reconozco en este logro, también sé que no lo construí sola. A mi familia, a mi hijo, quienes día a día me dieron su apoyo incondicional, y al grupo de Entomología, a mis directoras de tesis, por el acompañamiento académico, la guía y el espacio de crecimiento. Gracias por formar parte de este camino.

Este logro es individual en el esfuerzo, pero colectivo en su significado.

A esa joven que anhelaba una vida significativa: este logro es parte de la vida que decidió construir.

Índice

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
I. INTRODUCCIÓN.....	3
II. MARCO TEÓRICO	5
2.1. El cultivo del maíz: generalidades e importancia.....	5
2.2. Problemas fitosanitarios del cultivo	6
2.3. Características generales de <i>Spodoptera frugiperda</i>	7
2.4 Ciclo de vida.....	7
2.5. Métodos de control del gusano cogollero	8
2.6. Los baculovirus	9
2.7. Ciclo de infección y sintomatología	9
III. JUSTIFICACIÓN	11
IV. OBJETIVOS	11
V. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	12
VI. HIPÓTESIS	12
VII. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
7.1. Cría de <i>S. frugiperda</i>	12
7.2. Amplificación del virus.....	13
7.3. Elaboración de los formulados sólidos.....	13
7.4. Efecto de formulados sólidos de origen vegetal como portadores del SfMNPV en condiciones de invernadero.....	14
7.5. Ensayos con hojas de maíz en condiciones de laboratorio para evaluar el daño foliar..	14
7.6. Efecto de formulados sólidos de origen vegetal como portadores del SfMNPV en condiciones de campo.....	15
7.7. Análisis de datos.....	16
.....	16
VIII. RESULTADOS.....	16
8.1. Efecto de formulados sólidos de origen vegetal como portadores del SfMNPV en condiciones de invernadero.....	16
8.2. Ensayo con hojas de maíz en condiciones de laboratorio para evaluar daño foliar	19
8.3. Ensayo en campo.....	20
IX. DISCUSIÓN.....	21
X. CONCLUSIONES	25
XI. LITERATURA CITADA.....	25

RESUMEN

El gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), es la principal plaga del cultivo de maíz en México, y su manejo se basa predominantemente en la aplicación de insecticidas químicos, con consecuencias negativas para el medio ambiente, la fauna benéfica y la salud humana. En este contexto, el nucleopoliedrovirus de *Spodoptera frugiperda* (SfMNPV) constituye una alternativa de control biológico muy específica y eficaz; sin embargo, su desempeño en campo depende en gran medida de la formulación empleada. El objetivo del presente estudio fue evaluar la eficacia de tres formulados sólidos de origen vegetal —hoja del fruto de maíz, olote y cascarilla de arroz— como portadores del SfMNPV para el control de *S. frugiperda* en condiciones de laboratorio, invernadero y campo. Para ello, se mezclaron 140 mg de cada portador con una suspensión acuosa de SfMNPV a una concentración de 6×10^6 OBs/mL y 155 μ l de aceite de maíz como agente adherente. Los formulados se aplicaron en estado húmedo o, alternativamente, se dejaron secar durante 24 h antes de su aplicación sobre hojas de maíz en condiciones de laboratorio, o bien dentro del cogollo de las plantas en condiciones de invernadero o de campo. Posteriormente, las plantas tratadas se expusieron a larvas de segundo instar de *S. frugiperda*. En condiciones de invernadero, todos los formulados con SfMNPV redujeron significativamente la supervivencia larvaria, independientemente de su aplicación, ya sea en su condición húmeda o seca. El formulado elaborado con cascarilla de arroz mostró una disminución más rápida de la supervivencia entre los 5 y 7 días posteriores a la aplicación, lo que sugiere una mayor disponibilidad inicial del inóculo. No se detectaron diferencias significativas entre los formulados húmedos y secos en un mismo portador. El daño foliar se mantuvo en niveles bajos en todos los tratamientos, sin diferencias estadísticamente significativas entre los portadores, debido a la elevada mortalidad larvaria inducida por el virus. Debido a los resultados anteriores, se realizó un ensayo de laboratorio para evaluar la herbivoría con los formulados en condición húmeda. Los tratamientos testigo registraron medianas de defoliación entre 14.85 y 23.13%, mientras que los formulados con virus redujeron significativamente la herbivoría a valores entre 1 y 4%. En condiciones de campo, los formulados sólidos secos con SfMNPV provocaron una mortalidad larvaria promedio entre 30 y 54.5%, sin diferencias significativas entre los portadores evaluados. Asimismo, los tratamientos con SfMNPV registraron una mayor abundancia de enemigos naturales que los de testigo, lo que puede indicar la compatibilidad del bioinsecticida con la fauna benéfica del agroecosistema. En conclusión, los resultados

demuestran que los portadores vegetales ensayados podrían emplearse eficazmente como portadores sólidos del SfMNPV, lo que reduce significativamente su supervivencia del gusano cogollero. Estos formulados pueden representar una alternativa viable, sostenible y ambientalmente compatible para su integración en programas de manejo integrado de plagas del cultivo de maíz.

Palabras clave: entomopatógenos, baculovirus, bioformulaciones, portadores vegetales, residuos agrícolas.

ABSTRACT

The fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), is the main pest of maize crops in Mexico, and its management is predominantly based on chemical insecticide applications, with negative consequences for the environment, beneficial fauna, and human health. In this context, the *Spodoptera frugiperda* multiple nucleopolyhedrovirus (SfMNPV) constitutes a highly specific and effective biological control alternative; however, its field performance largely depends on the formulation used. The objective of the present study was to evaluate the efficacy of three solid plant-based formulations — maize husk leaf, corn cob, and rice husk — as carriers of SfMNPV for the control of *S. frugiperda* under laboratory, greenhouse, and field conditions. For this, 140 mg of each carrier was mixed with an aqueous suspension of SfMNPV at a concentration of 6×10^6 OBs/ml and 155 μ l of corn oil as a binder. The formulations were applied in a wet state or allowed to dry for 24 h before being applied to maize leaves under laboratory conditions or to plant whorls under greenhouse or field conditions. Subsequently, treated plants were exposed to second-instar larvae of *S. frugiperda*. Under greenhouse conditions, all formulations containing SfMNPV significantly reduced larval survival ($P < 0.05$), regardless of whether they were applied wet or dry. The rice husk-based formulation showed a faster decline in survival between 5 and 7 days after application, suggesting greater initial availability of the inoculum. No significant differences were detected between wet and dry formulations within the same carrier ($P > 0.05$). Foliar damage remained at low levels across all treatments, with no statistically significant differences among carriers, due to the high virus-induced larval mortality. Based on the above results, a laboratory test was conducted to evaluate herbivory with the wet formulations. Control treatments recorded median defoliation values between 14.85 and 23.13%, whereas virus-based formulations significantly reduced herbivory to values between 1% and 4% ($P < 0.05$). Under field conditions, dry solid formulations containing SfMNPV induced average larval mortality of 30-54.5%, with no significant

differences among the evaluated carriers ($P > 0.05$). Additionally, treatments with SfMNPV showed a higher abundance of natural enemies than the control treatments ($P < 0.05$), suggesting compatibility of the bioinsecticide with beneficial fauna in the agroecosystem. In conclusion, the results demonstrate that plant-based materials can be used effectively as solid carriers for SfMNPV, thereby significantly reducing larval survival. These formulations may represent a viable, sustainable, and environmentally compatible alternative for use in integrated pest management programs for the maize crop.

I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es el cultivo de mayor importancia en México y, a escala mundial, este país ocupa el séptimo lugar entre los mayores productores de grano, con una producción de más de 27 millones de toneladas (SADER, 2023). Sin embargo, numerosos factores pueden limitar la productividad y el rendimiento de este cultivo; entre los factores más importantes se encuentran los fitopatógenos y los insectos plaga (Oerke 2006; Blanco *et al.*, 2014; Junaid y Gokce, 2024).

El gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), es la plaga de mayor importancia del maíz en México (Murúa *et al.*, 2006; Blanco *et al.*, 2014; Morán y Velázquez, 2024). Esta especie es originaria de América, con una amplia distribución geográfica que se extiende desde el norte de Argentina y Chile, hasta las regiones del sur de los Estados Unidos (Cave, 2012; Tay *et al.*, 2023). Actualmente se encuentra en África, Asia, Australia y varios países de Europa (Goergen, 2016; Early *et al.*, 2018). Este insecto puede provocar daños considerables en los primeros 50 días posteriores a la emergencia de las plantas de maíz, lo que podría resultar en una reducción del rendimiento de hasta un 60% (Murúa *et al.*, 2006; Nexticapan *et al.*, 2009; Kenis *et al.*, 2022). En consecuencia, para el control de este insecto se realizan diversos esfuerzos para mitigar sus poblaciones (Tay *et al.*, 2022).

En México, para el control de *S. frugiperda* se emplean aproximadamente 3000 t de diversos insecticidas químicos (Blanco *et al.*, 2014; Ramos-Gourcy *et al.*, 2022). Sin embargo, se ha demostrado que la aplicación de estos insecticidas afecta negativamente la salud humana, reduce las poblaciones de enemigos naturales presentes en los sistemas agrícolas y disminuye la biodiversidad en general (Guédez *et al.*, 2008; Nava *et al.*, 2012; Paredes-Sánchez *et al.*, 2021). Por lo tanto, es prioritario explorar alternativas compatibles con los principios de la

conservación del medio ambiente y de la salud de los productores agrícolas.

Una alternativa eficaz es el uso de agentes entomopatógenos, incluidos los virus de la familia Baculoviridae (Szewczyk *et al.*, 2006; Williams, 2018; Salvador *et al.*, 2021). Esta familia agrupa virus ocluidos de ADN de doble cadena que infectan lepidópteros, himenópteros fitófagos y dípteros. Estos patógenos regulan las poblaciones de sus huéspedes y se caracterizan por su elevada patogenicidad y virulencia (Williams *et al.*, 2023). El nucleopoliedrovirus múltiple de *Spodoptera frugiperda* (SfMNPV) es un baculovirus aislado de poblaciones del gusano cogollero en países de América, incluido México (Escribano *et al.*, 1999; Ríos-Velasco *et al.*, 2011; Barrera *et al.*, 2013; García-Banderas *et al.*, 2020; Hussain *et al.*, 2021). Este baculovirus presenta una alta actividad insecticida en varios instares larvarios de *S. frugiperda* (Martínez-Castillo *et al.*, 2022).

El ciclo de infección de un nucleopoliedrovirus (*Alfabaculovirus*) comienza cuando una larva susceptible consume follaje contaminado con OBs (cuerpos de oclusión, por sus siglas en inglés). Estas partículas se disuelven en el intestino medio del insecto y liberan los viriones, que infectan las células del epitelio. Posteriormente, la infección se propaga a la mayoría de las células del insecto. Durante las etapas más avanzadas de la infección, se genera un gran número de progenies del virus y las larvas a menudo mueren en las partes superiores de las plantas. Debido a este comportamiento, los OBs se liberan para provocar nuevos ciclos de infección (Harrison y Hoover, 2012; Presa *et al.*, 2023).

Uno de los factores fundamentales para mejorar y prolongar la eficacia de los agentes de control biológico es su formulación (Kala *et al.*, 2019), que implica la combinación de un ingrediente activo con una o más sustancias adicionales para mejorar la eficacia, la estabilidad y el manejo del bioinsecticida. Una adecuada formulación debe garantizar la estabilidad del virus durante el almacenamiento, facilitar su manipulación del producto por parte del agricultor, optimizar el proceso de aplicación y hacer más efectivo el contacto del patógeno con el hospedero. En este contexto, las formulaciones sólidas tienen como objetivo conservar al patógeno y protegerlo frente a los factores ambientales adversos (Williams y Cisneros, 2001). Particularmente, las formulaciones granulares de entomopatógenos compuestas de harina de maíz han mostrado un potencial prometedor para mejorar el control del insecto plaga, atribuible al aumento de su persistencia en el follaje, su funcionamiento como fagoestimulante y el incremento de la infección larvaria, incluyendo *S. frugiperda* (Castillejos *et al.*, 2002). Sin embargo, una de las desventajas asociadas al uso de harinas es su condición de alimento básico para el hombre, lo que puede reducir su aceptación limitada entre los

agricultores.

La finalidad de este proyecto fue evaluar la eficacia de compuestos sólidos derivados de tres fuentes vegetales- cáscara de arroz, olote molido y/o las hojas del fruto de maíz- como portadores para mantener al SMNPV en condiciones óptimas durante su aplicación en plantas de maíz y en campo, con el propósito de asegurar su adecuada ingestión por parte del insecto plaga.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. El cultivo del maíz: generalidades e importancia

El maíz (*Zea mays* L.) es una gramínea originaria de Mesoamérica, principalmente de México (Ocampo, 2023). Esta monocotiledónea anual alcanza alturas de 60 a 80 cm, con un sistema de raíces fibrosas y un tallo poco ramificado. En las yemas laterales de las hojas superiores se desarrollan las mazorcas, inflorescencias femeninas cubiertas por hojas modificadas que actúan como órganos de reserva. Estas mazorcas son espigas cilíndricas con espiguillas en pares, cada una con dos flores pistiladas, una fértil y otra abortiva (Saavedra, 2015). La planta presenta hojas alternas y lanceoladas, con entrenudos cubiertos por una vaina. La parte superior de la planta tiene una espiga central con ramificaciones laterales que producen polen. Las espiguillas están protegidas por glumas y presentan flores tanto estériles como fértiles.

México destaca por su relevancia económica y cultural en la producción de este cereal (SADER, 2021). El país se posiciona entre los principales productores mundiales de maíz, con una producción anual de aproximadamente 27 millones de toneladas (Figura 1). Los estados que lideran esta producción son Sinaloa, Jalisco, Estado de México, Guanajuato y Michoacán.

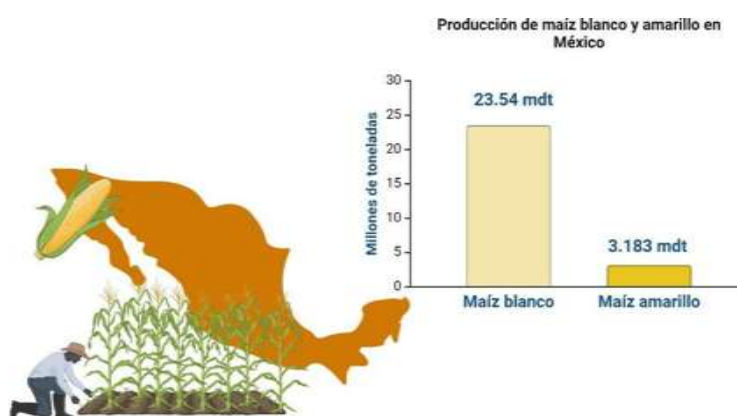


Figura 1. Datos sobre la producción de maíz de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2023).
Diseño de figura por D. B. Rivera-Núñez

2.2. Problemas fitosanitarios del cultivo

El maíz enfrenta varios problemas fitosanitarios que pueden afectar su producción. Entre las plagas más comunes se encuentran *S. frugiperda*, que se alimenta de las hojas y el cogollo; el barrenador del tallo, *Diatraea grandiosella* Dyar (Lepidoptera: Crambidae) (EPPO, 2020); y la gallina ciega, *Phyllophaga* spp. Harris (Coleoptera: Melolonthidae), que se alimenta de las raíces del maíz, provoca un crecimiento deficiente y, en casos severos, la muerte de la planta (Figura 2). En cuanto a las enfermedades, el tizón del maíz, causado por el hongo *Exserohilum turcicum* (Pass.). K.J. Leonard y Suggs provocan manchas alargadas y necrosis en las hojas; la roya del maíz, *Puccinia sorghi* Schwein, se caracteriza por pústulas polvorrientas y amarillentas; la pudrición de la raíz, causada por hongos como *Fusarium* y *Pythium*, presenta síntomas de amarillamiento y raíces podridas; y el virus del mosaico del maíz, transmitido por áfidos, causa un moteado en las hojas y enanismo (Andrade *et al.*, 2023).

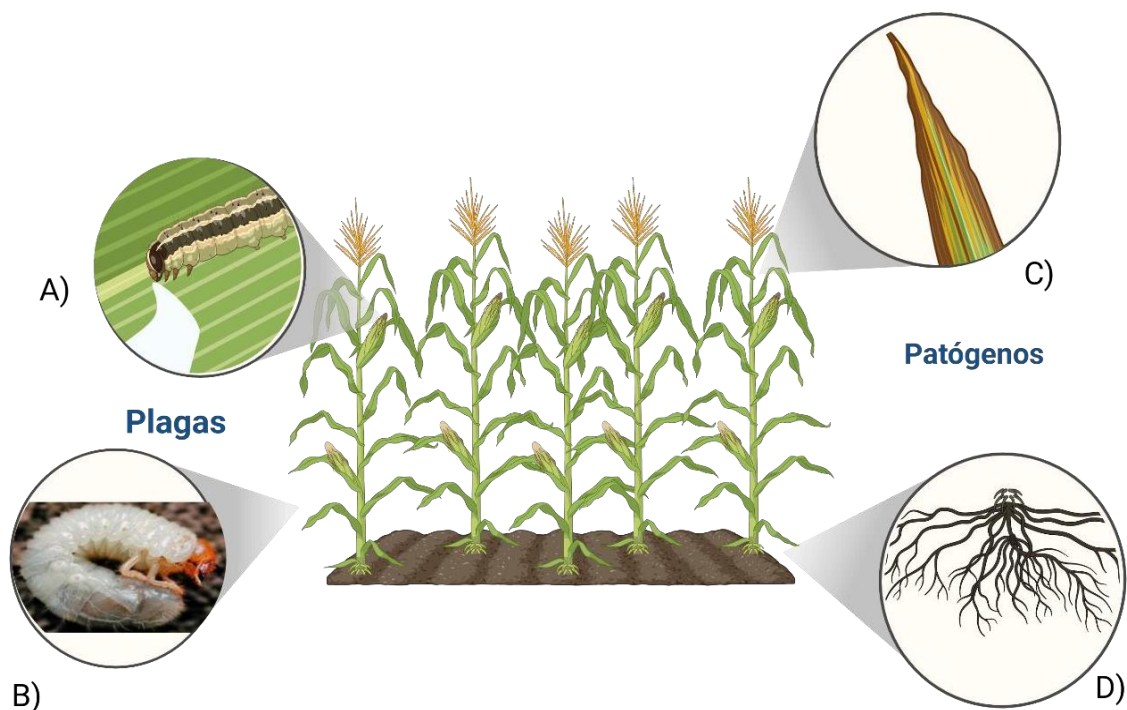


Figura 2. Ejemplos de problemas fitosanitarios del cultivo del maíz. A) *Spodoptera frugiperda*; B) *Phyllophaga* sp.; C) Tizón del maíz; D) Pudrición de la raíz. Diseño de figura por D. B. Rivera-Núñez.

2.3. Características generales de *Spodoptera frugiperda*

Nombre común: Gusano cogollero.

Clasificación Taxonómica:

Phylum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Lepidoptera

Familia: Noctuidae

Género: *Spodoptera*

Especie: *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)

Es una especie nativa del continente americano, pero se detectó por primera vez en África en 2016 y continúa expandiéndose rápidamente en todo el mundo (Du Plessis *et al.*, 2020; Kinkar *et al.*, 2020; Li *et al.*, 2020).

2.4 Ciclo de vida

Spodoptera frugiperda tiene varias generaciones al año. Su ciclo biológico consta de los estado de vida de huevo, seis o siete instares larvales, pupa y adulto (Figura 3). El ciclo de vida de este insecto varía según la estación y la planta hospedante. En verano, el estado de huevo dura entre 2 y 3 días. La larva pasa por 6 instares en plantas de maíz. La etapa de prepupa dura ~ 2 días y la pupación ocurre en el suelo, donde permanecen de 10 a 15 días. El ciclo completo dura 30, 40, 60 y 80-90 días en verano, primavera, otoño e invierno, respectivamente. En el algodón, la etapa larval dura entre 22 y 25 días a 25 °C. Las hembras adultas viven entre 9 y 16 días, con la mayor oviposición en los primeros 7 días (SENASICA, 2021).

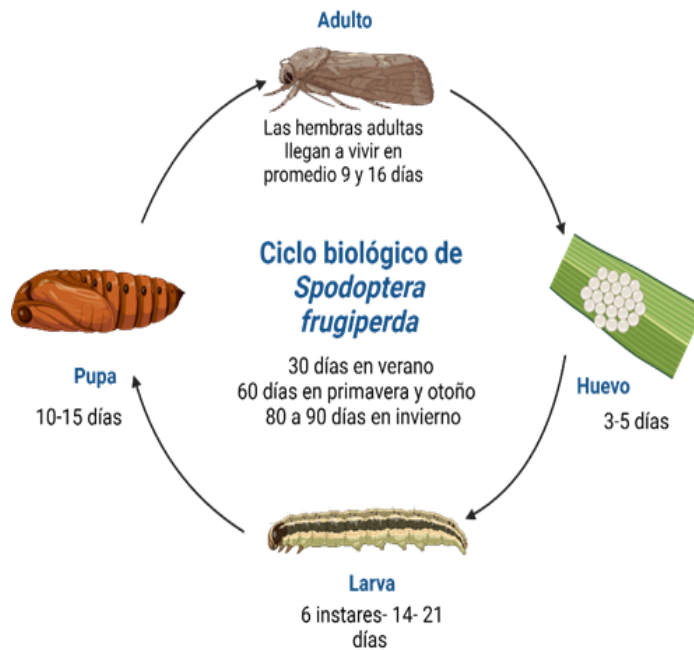


Figura 3. Estados de desarrollo del ciclo de vida del gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda*. Modificado de SENASICA (2021).

2.5. Métodos de control del gusano cogollero

Se han reportado más de 390 enemigos naturales de *S. frugiperda*, entre ellos parasitoides, hongos, bacterias y virus. Entre los parasitoides más efectivos destacan *Archytas marmoratus* (Diptera: Tachinidae), *Campoletis sonorensis* (Hymenoptera: Ichneumonidae) y *Chenolus insularis* (Hymenoptera: Braconidae), este último capaz de alcanzar niveles de parasitismo del 86% (Bahena y Cortez, 2015). Para su control, también se emplean productos de bajo impacto ambiental, como aceites vegetales y extractos de neem. En cuanto a insecticidas sintéticos, se utilizan principalmente el benzoato de emamectina y la cipermetrina (Paredes-Sánchez *et al.*, 2021), así como diversos organofosforados y carbamatos (SENASICA, 2021). No obstante, el uso continuo de estos compuestos ha provocado que *S. frugiperda* desarrolle niveles significativos de resistencia.

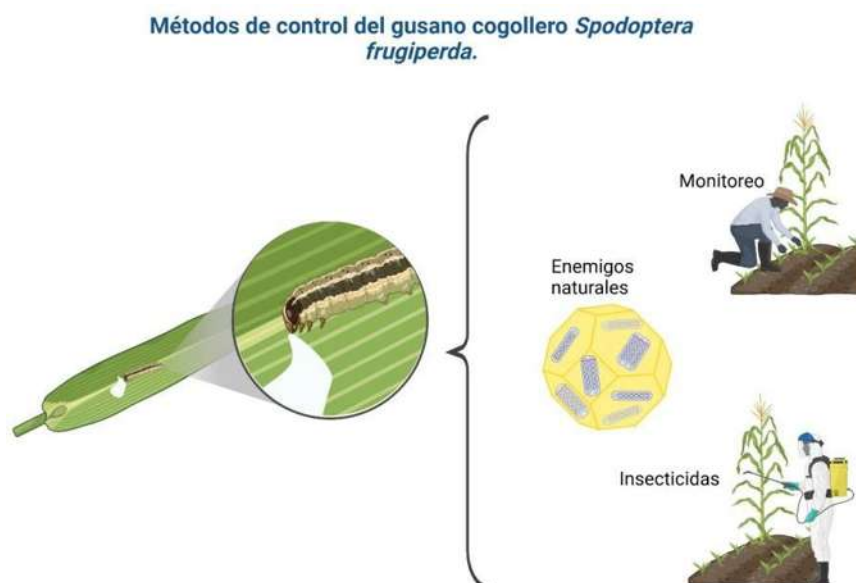


Figura 4. Estrategias de manejo de *Spodoptera frugiperda*. Diseño de la figura por D. B. Rivera-Núñez.

2.6. Los baculovirus

Entre los enemigos naturales de *S. frugiperda*, destacan los virus entomopatógenos (Pavan, 2024). Los baculovirus son una familia diversa de virus que contienen ADN de doble cadena y que infectan principalmente a invertebrados, con especial preferencia por los insectos, de los cuales deben su nombre a la forma de varilla o de bastón (*baculum* = bastón) de sus viriones (Gutiérrez-Cárdenas *et al.*, 2024). La familia Baculoviridae está compuesta por cuatro géneros, entre los que se destacan dos grupos: los nucleopoliedrovirus (NPV) y los granulovirus (GV) (Thiem y Cheng 2009). Los baculovirus son un grupo de virus que se caracterizan por su especificidad de hospedador y han sido aislados de una amplia gama de especies de insectos, con una notable prevalencia en el orden Lepidoptera, lo que los convierte en importantes agentes de control biológico (Gelaye y Negash, 2023).

2.7. Ciclo de infección y sintomatología

En el ciclo de infección de los baculovirus se pueden observar dos fenotipos distintos: los virus de gemación (BV) y los virus derivados de oclusión (ODV). Aunque la nucleocápsida de ambos es muy similar, difieren en su origen, estructura y composición molecular de la nucleocápsida proteica, así como en el tejido objetivo y en el mecanismo de infección, aspectos fundamentales. Los BV se producen al inicio de la infección y son responsables de la propagación del

baculovirus entre células. En contraste, los ODV se generan en la fase tardía de la infección y se encargan de la propagación del virus en las larvas de insectos. La infección inicial de los baculovirus comienza cuando las larvas ingieren los OBs presentes en su alimento. En el intestino del insecto, donde el pH es muy alcalino (9.5-11), las proteínas de los OBs se disuelven. Los viriones liberados atraviesan la membrana peritrófica y se fusionan con las microvellosidades de las células epiteliales del intestino medio. Tras la fusión, las nucleocápsidas entran en el citoplasma y se dirigen al núcleo, donde liberan su ADN. Este ADN se replica en el núcleo de las células, lo que provoca hipertrofia nuclear y desplazamiento de los nucléolos hacia la periferia y da inicio a la transcripción de los primeros genes virales (Ikeda *et al.*, 2015; Salvador *et al.*, 2021).

La infección secundaria ocurre cuando los BVs se diseminan en el huésped. Los BVs entran en las células mediante endocitosis. Algunos virus permanecen en el intestino medio, mientras que otros infectan diversos tejidos, como hemocitos, tráqueas, epidermis, tejido adiposo, tejido muscular, tejido nervioso, tejido reproductivo, tejido granular y células pericardiales. Durante esta fase, también se producen ODVs, que se encapsulan en una matriz proteica cristalina para formar OBs, que llenan el núcleo y se liberan tras la lisis celular. Los síntomas de la infección por baculovirus solo se manifiestan en etapas avanzadas. Las larvas adquieren un color blanquecino o amarillento. Luego, los insectos pierden movilidad y su desarrollo se ralentiza. Las larvas de los lepidópteros emigran hacia la parte superior de la planta, donde quedan colgadas de sus propatas (Bonilla y Bonilla, 2022; Figura 5).

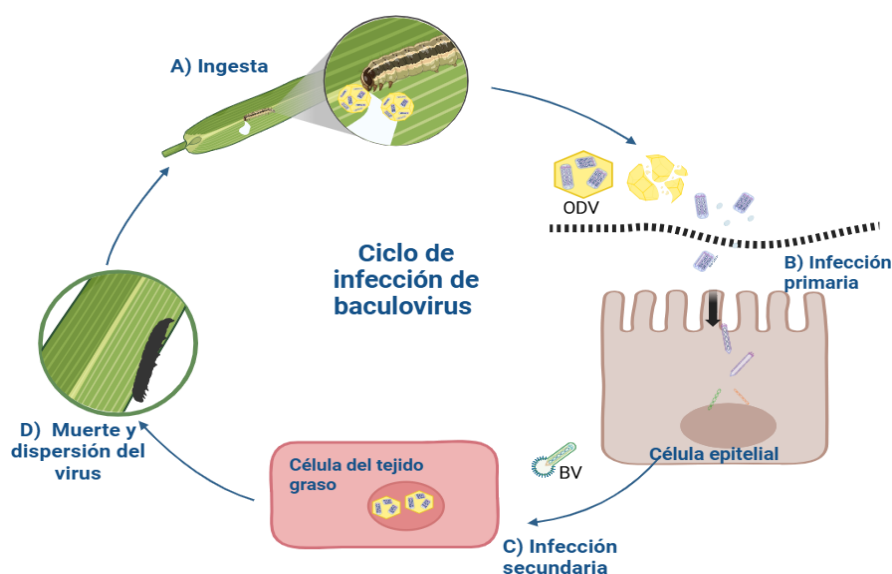


Figura 5. Ilustración del ciclo de infección de un baculovirus en un insecto hospedero. Diseño de figura por D. B. Rivera-Núñez.

III. JUSTIFICACIÓN

Spodoptera frugiperda es la principal plaga que afecta al cultivo del maíz, desde sus etapas iniciales de desarrollo hasta la formación del fruto. Para su control, se emplea una cantidad considerable de insecticidas químicos que afectan la salud humana y contaminan el medio ambiente. Como alternativa sostenible, destaca el uso de agentes de control biológico, en particular los virus de la familia Baculoviridae, reconocidos por su alta patogenicidad y virulencia. La efectividad de estos virus depende en gran medida de su formulación, que debe garantizar su estabilidad, facilitar su aplicación y asegurar su ingestión por el insecto plaga. Los formulados sólidos mejoran la actividad de los baculovirus y los protegen de factores ambientales (Claus y Sciocco de Cap, 2001; Villamizar *et al.*, 2010). No obstante, persiste la necesidad de identificar componentes naturales de bajo costo que permitan desarrollar formulados accesibles y prácticas para los productores.

IV. OBJETIVOS

General:

Determinar la eficiencia de los formulados sólidos de origen vegetal como portadores del SfMNPV para el control de *S. frugiperda*.

Específicos:

- 1) Comparar la eficiencia de la cascarilla de arroz, el olote y la hoja del fruto de maíz como portadores del SfMNPV para el control de *S. frugiperda* en condiciones de laboratorio e invernadero.
- 2) Determinar el efecto de la cascarilla de arroz, el olote y la hoja del fruto de maíz como portadores del SfMNPV sobre la mortalidad larvaria de *S. frugiperda* en condiciones de campo y su impacto sobre enemigos naturales.

V. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Las formulaciones elaboradas con compuestos sólidos de origen vegetal pueden actuar de manera eficiente como portadores del SfMNPV para el control de *S. frugiperda*?

VI. HIPÓTESIS

Las formulaciones elaboradas con compuestos sólidos de origen vegetal son eficientes como portadores del SfMNPV para el control de *S. frugiperda*.

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1. Cría de *S. frugiperda*. Las larvas de *S. frugiperda* utilizadas en esta investigación procedieron de una colonia del laboratorio de Entomología Agrícola (LEA) del Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IIAF). Las larvas se alimentaron con una dieta semisintética modificada de la de Poitout y Bues (1974), cuyas proporciones y composición se detallan en el Cuadro 1. Los insectos se mantuvieron en condiciones controladas de 25 ± 2 °C, 75 ± 5 % de HR y 16:8 (L:O).

Cuadro 1. Ingredientes para la elaboración de 1 L de dieta semisintética adaptada de Poitout y Bues (1974).

Ingredientes	(g ó mL)
Agua destilada	760
Agar	14
Harina de soya	81
Germen de trigo	33.4
Fibra de soya	140
Levadura	25
Azúcar	13
Sales Wesson	5.25
Nipagin	1
Ácido ascórbico	4.3
Ácido benzoico	1.6
Ácido acético 25%	12
Vitaminas	1
Cloruro de colina 15%	7.3
Formaldehido 3%	4.4

7.2. Amplificación del virus. En el presente estudio se utilizó un aislamiento recuperado del suelo de parcelas de maíz en el estado de Yucatán, denominado Sf-MER; se amplificó al alimentar larvas recién mudadas de *S. frugiperda* de cuarto instar (L4) con una dieta contaminada por el virus en la superficie. Las larvas se revisaron diariamente hasta su muerte, con una mortalidad del 65%. Posteriormente, los cadáveres de las larvas infectadas se recolectaron y procesaron para la extracción y purificación de los OBs, siguiendo el protocolo descrito por Velasco *et al.* (2022). Los OBs precipitados se suspendieron en agua destilada estéril y la concentración (1.6×10^7 OBs/ml) se determinó con un hemocitómetro (Hawksley, Lancing) bajo un microscopio de contraste de fases (Olympus BX41; Guadalajara, Jalisco, México) a 400×. El virus purificado se almacenó a 4 °C hasta su uso en los bioensayos.

7.3. Elaboración de los formulados sólidos. La cascarilla de arroz, el olote y las hojas del fruto de maíz (denominados portadores) se sometieron a molienda y se tamizaron con una malla del No. 40 para obtener un polvo semifino. 140 mg de cada portador se mezclaron con un ligante (aceite de maíz o glicerina; Williams y Cisneros, 2001) para adherir el virus al portador. A esta mezcla se añadió un volumen de agua determinado en pruebas previas (Cuadro 2), que contenía el virus a una concentración de 6×10^6 OBs/ml, la cual causó mortalidad del 90% en larvas de segundo instar (L2) de *S. frugiperda*. Al agregar el agua, se mezcló cada portador con una espátula fina y se dejó secar durante unos minutos. La cantidad de formulado requerida para aplicar por planta de maíz se estandarizó previamente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Portadores utilizados en los formulados.

Portador (140 mg)	Agua (μl)	Aceite (μl)
Hoja de maíz	800	155
Olote	800	155
Cascarilla de arroz	300	155

7.4. Efecto de formulados sólidos de origen vegetal como portadores del SfMNPV en condiciones de invernadero. Se realizaron ensayos con plantas de maíz (var. trucha) de tres semanas de edad, sembradas en invernadero, con el fin de validar la efectividad de los formulados en condiciones de cultivo en este medio. Las plantas se sembraron en bolsas de invernadero de 2 kg, provistas de tierra rica en humus y arena blanca de río (1:1), con el objetivo de asegurar un buen drenaje y un desarrollo radicular. Las plantas se fertilizaron una vez por semana y se regaron cada dos días. El día del experimento, las plantas se regaron antes de aplicar los formulados descritos anteriormente. Los ensayos se llevaron a cabo en dos condiciones: formulados húmedos y secos, los cuales se prepararon de la misma manera, la diferencia fue que, en los formulados secos, después de su adherencia al virus, se dejaron secar durante 24 h, dejando humedecer con el mismo cogollo.

En cada planta, el formulado se aplicó con una cucharilla de plástico para una dosificación uniforme de 140 mg por planta. Posteriormente, se colocaron tres larvas de segundo instar en el cogollo de las plantas y se cubrieron con una bolsa de tela transpirable (tergal). Las larvas se mantuvieron durante 72 y 96 h. Después de este tiempo, todas las larvas se recuperaron y se transfirieron individualmente, como se describió en el bioensayo de laboratorio, bajo las mismas condiciones ambientales mencionadas en el apartado de “Cría de *S. frugiperda*”. Se ensayaron 4 tratamientos con 6 réplicas. Además, se tomaron datos de herbivoría y se evaluó el nivel de daño foliar con base en la escala propuesta por Kaya *et al.* (1995), que clasifica el daño en cuatro categorías: 1 = 0-10%, 2 = 11-25%, 3 = 26-50% y 4 = 76-100%.

7.5. Ensayos con hojas de maíz en condiciones de laboratorio para evaluar el daño foliar. Debido a la baja herbivoría observada en el ensayo en condiciones de invernadero, atribuible posiblemente a la naturaleza del experimento, se consideró necesario realizar otro ensayo en condiciones de laboratorio. Esto con el objetivo de evaluar el nivel de daño foliar cuando las larvas estuvieran en contacto directo con los formulados y consumieran el tejido vegetal tratado. Para ello, se utilizaron cajas de cultivo de tejidos de seis celdas provistas con papel de filtro, humedecido con agua destilada estéril. En cada celda se colocó un rectángulo de hoja fresca de maíz (2 x 3 cm) previamente desinfectada. Sobre el rectángulo se distribuyeron 70 mg de cada tipo de formulado húmedo y su respectivo testigo libre de virus. Posteriormente, se colocó una larva recién mudada de segundo instar de *S. frugiperda* con 12 h de ayuno. Se realizaron 4 repeticiones con 6 larvas. El ensayo se mantuvo durante 96 h en las mismas condiciones ambientales mencionadas para la cría. Transcurrido este periodo, las

larvas se transfirieron individualmente a celdas de las cajas para cultivos de tejidos mencionadas anteriormente, las cuales estaban provistas con una dieta semisintética libre de virus. El daño foliar resultante se cuantificó mediante análisis digital con la aplicación LeafByte (iOS), lo que permitió determinar con precisión el porcentaje de área foliar afectada en cada tratamiento.

7.6. Efecto de formulados sólidos de origen vegetal como portadores del SfMNPV en condiciones de campo. Con base en los resultados de las evaluaciones de laboratorio e invernadero, se diseñó un experimento en condiciones de campo. El ensayo se estableció en las coordenadas geográficas 19.789411° N, -101.172531° W, en la comunidad de Gral. Francisco Villa, municipio de Tarímbaro, Michoacán, México. El sitio experimental consistió en una parcela de maíz criollo con aproximadamente cuatro a cinco semanas de desarrollo fenológico. Para esta etapa experimental, se emplearon exclusivamente formulados que se dejaron secar durante 24 h a temperatura ambiente, antes de su aplicación en campo. Se aplicaron los siguientes tratamientos: i) olote de maíz, ii) hoja de maíz, iii) cascarilla de arroz, iv) olote de maíz + virus, v) hoja de maíz + virus y vi) cascarilla de arroz + virus.

El diseño experimental consistió en bloques al azar de 2 × 3 metros, separados entre sí por pasillos de 1.5 × 3 metros, mismos que facilitaron el acceso y el manejo sin contaminación cruzada entre tratamientos. En cada bloque se seleccionaron 10 plantas de maíz como unidades experimentales. En cada planta, el formulado seco se aplicó directamente en el cogollo con una cuchara de plástico estéril para estandarizar la dosificación a ~140 mg por planta. Posteriormente, se colocaron, con la ayuda de pinceles desinfectados, dos larvas de segundo instar de *S. frugiperda* por cogollo. Las larvas provinieron de la cría de laboratorio. Estas se sometieron a un periodo de ayuno de 12 h y, posteriormente, se colocaron en el cogollo de la planta en el que se había aplicado previamente el formulado. Después de 72 h, se recolectaron todas las larvas, las cuales se transfirieron individualmente a celdas de cajas para cultivo de tejidos de 24 celdas de 12.7 cm x 8.5 cm, provistas con dieta semisintética libre de virus.

Las larvas recolectadas se mantuvieron en condiciones de laboratorio controladas y se revisaron diariamente durante nueve días. Paralelamente a la recolección de las larvas, se registraron datos complementarios sobre la presencia de insectos asociados al cultivo, incluidos enemigos naturales y organismos fitófagos, así como la evaluación del nivel de daño foliar visible en las plantas hospederas. Para confirmar la causa de muerte de las larvas, se

elaboraron preparaciones frescas, las cuales se examinaron al microscopio óptico con contraste de fases a 400×; esto con el objetivo de identificar la presencia de OBs característicos del baculovirus. Esta verificación permitió corroborar que la mortalidad observada fue consecuencia directa de la infección viral y descartar otros factores de mortalidad. Además, se registró la incidencia de enemigos naturales por planta.

7.7. Análisis de datos

Efecto de formulados sólidos de origen vegetal como portadores del SfMNPV en condiciones de invernadero. El efecto de los formulados secos y húmedos sobre las larvas de *S. frugiperda* se evaluó mediante curvas de supervivencia, analizadas con el programa SAS, versión 9.1, utilizando el modelo de Kaplan-Meier y la prueba de Bonferroni ($P < 0.05$). Para el análisis del porcentaje de hojas dañadas y del nivel de daño por herbivoría, se realizó un análisis de varianza de una vía (ANOVA) y se aplicó una prueba de comparaciones múltiples post hoc (Tukey HSD) ($P < 0.05$).

Ensayo con hojas de maíz en condiciones de laboratorio para evaluar el daño foliar. El nivel de daño foliar causado por las larvas de *S. frugiperda* se cuantificó mediante la aplicación LeafByte para iOS. Los datos de defoliación se analizaron mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para comparar los seis tratamientos evaluados. Posteriormente, se realizaron comparaciones por pares entre tratamientos mediante la prueba U de Mann-Whitney, con corrección de Bonferroni ($P < 0.05$).

Ensayo en campo. Para evaluar el efecto de los tratamientos sobre la mortalidad de *S. frugiperda*, los datos se sometieron a un análisis de varianza de una vía (ANOVA). Posteriormente, se realizó una prueba de comparación de medias de Tukey ($P < 0.05$).

El número de enemigos naturales por planta se analizó mediante un ANOVA de una vía y se realizaron comparaciones múltiples con la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

Todos los análisis se realizaron con el programa IBM SPSS Statistics, versión 26.

VIII. RESULTADOS

8.1. Efecto de formulados sólidos de origen vegetal como portadores del SfMNPV en condiciones de invernadero

Los tratamientos con los formulados húmedos afectaron significativamente la supervivencia de las larvas de *S. frugiperda* ($\chi^2 = 7.15$; $gl = 2$; $P = 0.028$, Figura 6A). La curva de supervivencia de las larvas tratadas con cascarilla de arroz fue significativamente distinta en

comparación con el formulado con hoja de maíz y con el olote ($P = 0.022$). No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos con hoja de maíz y con olote ($P = 0.357$) ni entre olote y cascarilla de arroz ($P = 0.842$) (Figura 6A). Los tratamientos con los formulados secos también afectaron significativamente la supervivencia de las larvas de *S. frugiperda* ($\chi^2 = 6.52$; gl = 2; $P = 0.0385$; Figura 6B). En este caso, se observaron diferencias significativas entre los tratamientos con olote y cascarilla de arroz ($P = 0.048$), mientras que el tratamiento con hoja de maíz, no presentó diferencias significativas en comparación con olote y cascarilla de arroz ($P > 0.05$). No se observaron diferencias significativas entre formulados húmedos y secos con el mismo portador ($\chi^2 = 1.10$, $\chi^2 = 1.74$, $\chi^2 = 0.10$) para hoja de maíz, olote y cascarilla de arroz, respectivamente ($P > 0.05$; Figura 7 A-C).

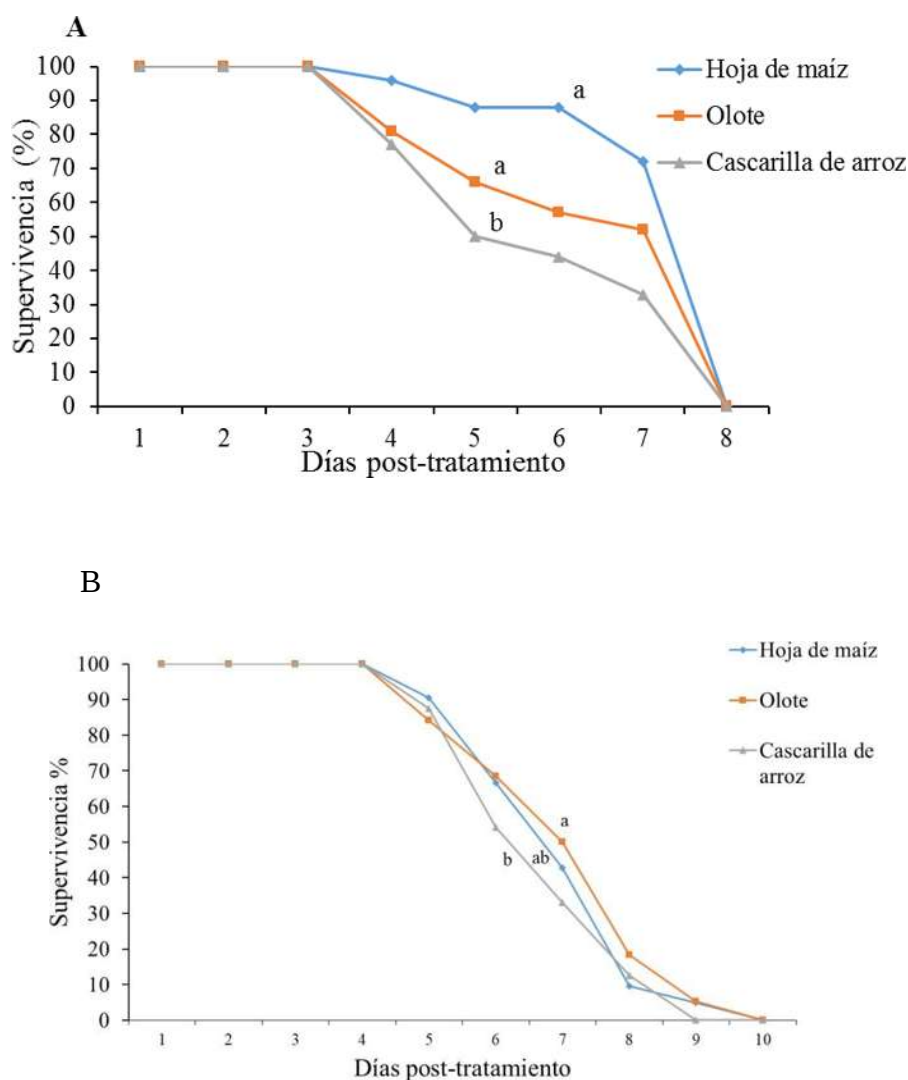


Figura 6. Curvas de supervivencia de larvas de *S. frugiperda* expuestas a formulados húmedos (A) y secos (B) sobre plantas de maíz. Las curvas seguidas por la misma letra no difieren significativamente entre sí ($P > 0.05$).

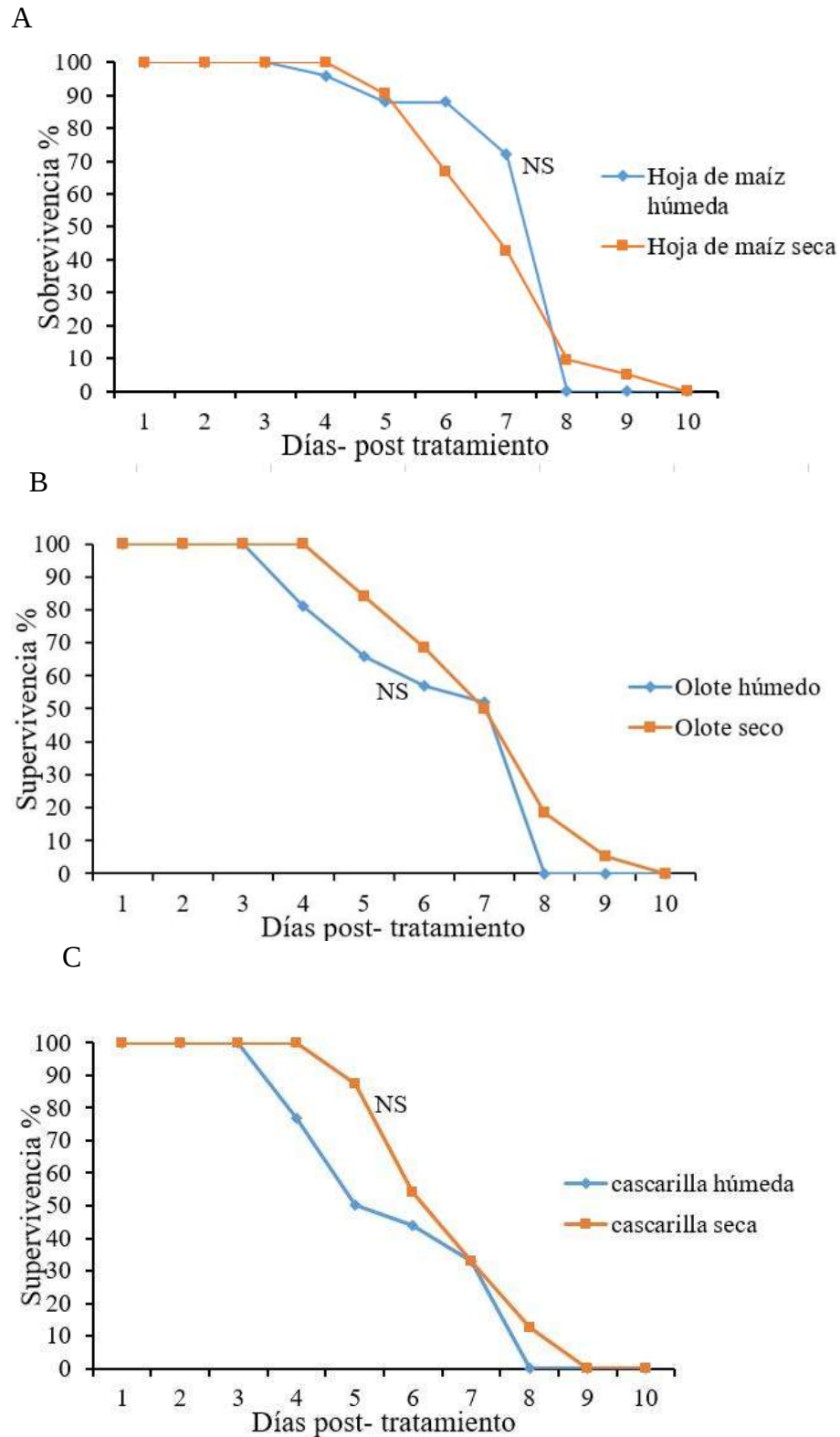


Figura 7. Curvas de supervivencia de larvas de *S. frugiperda* expuestas a formulados húmedos vs. formulados secos sobre plantas de maíz: hoja de maíz (A), olote (B) y cascarilla de arroz (C). No se observaron diferencias significativas (NS) en ningún caso ($P > 0.05$).

No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos en el porcentaje de hojas dañadas ($F = 1.17$; $gl = 5,17$; $p = 0.364$) y daño foliar ($F = 1.008$; $gl = 5,17$; $p = 0.443$) de las plantas de maíz tratadas con los distintos portadores naturales (Cuadro 3). El rango de porcentaje de hojas dañadas fue de 40-63 % y de 1-1.27 para el nivel de daño.

Cuadro 3. Promedio de porcentaje de hojas dañadas y daño foliar en plantas de maíz tratadas con distintos portadores naturales sólidos, solos y en combinación con una concentración de 6×10^6 OBS/ ml del SfMNPV.

Tratamientos	Porcentaje de hojas dañadas $\pm$ EE
Testigo hoja de maíz	63.25 ± 7.28
Testigo olote	50.67 ± 8.84
Testigo cascarilla de arroz	56.75 ± 8.85
SfMNPV + hoja de maíz	45.75 ± 9.66
SfMNPV + olote	49.5 ± 6.20
SfMNPV + cascarilla de arroz	40.0 ± 4.64
$F_{5,17} = 1.17, P = 0.364$	
	Daño foliar $\pm$ EE
Testigo hoja de maíz	1.12 ± 0.075
Testigo olote	1.3 ± 0.058
Testigo cascarilla de arroz	1.07 ± 0.07
SfMNPV + hoja de maíz	1.27 ± 0.10
SfMNPV + olote	1.25 ± 0.10
SfMNPV + cascarilla de arroz	1.27 ± 0.11
$F_{5,17} = 1.17, P = 0.443$	

8.2. Ensayo con hojas de maíz en condiciones de laboratorio para evaluar daño foliar

El análisis del porcentaje de defoliación en hojas tratadas con los diferentes formulados sólidos reveló diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Las hojas tratadas únicamente con los portadores vegetales (testigos) presentaron los mayores niveles de daño, con medianas que oscilaron entre 14.85 y 23.13%. En contraste, los tratamientos donde se incorporó al SfMNPV redujeron significativamente la herbivoría ($P < 0.05$), con valores inferiores al 4% en todos los casos (Cuadro 4).

¹Comparaciones por pares (prueba U de Mann-Whitney con corrección de Bonferroni).

Cuadro 4. Mediana y percentiles (25 y 75) del porcentaje de defoliación de hojas tratadas con tres formulados sólidos húmedos, como portadores de SfMNPV a una concentración de 6×10^6 OBs/ml en condiciones de laboratorio.

Tratamientos	Mediana ¹	Percentiles	
		25	75
Hoja de maíz testigo	23.13 a	15.75	31.80
Cascarilla testigo	14.85 b	9.50	20.05
Olote testigo	19 ab	7.75	33.15
Hoja de maíz + SfMNPV	3.45 c	1.29	6.0
Cascarilla + SfMNPV	1.80 cd	0.89	2.60
Olote + SfMNPV	1.20 d	0.77	1.95

8.3. Ensayo en campo

El análisis de varianza indicó que la mortalidad no difirió significativamente entre los tratamientos. Las larvas recuperadas de los tratamientos que contenían SfMNPV mostraron características típicas de infección por nucleopoliedrovirus (Cuadro 5). El rango de enemigos naturales osciló entre 0.9 y 3.9 insectos por planta; sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre tratamientos, con excepción del formulado con hoja de maíz + virus que tuvo la incidencia de insectos más alta comparada con su testigo ($F = 3.117$; $gl = 5, 54$; $P = 0.015$, Figura 8). Los enemigos naturales que se registraron en campo fueron Orius sp. (Hemiptera: Anthocoridae), catarinas (Coleoptera: Coccinellidae), crisopas (Neuroptera: Chrysopidae) y tijerillas (Dermaptera: Forficulidae).

Cuadro 5. Promedio de porcentaje de mortalidad ($\pm$ error estándar, EE) de larvas de *S. frugiperda* tratadas con tres formulados sólidos secos, como portadores de SfMNPV a una concentración de 6×10^6 OBs/ml en condiciones de campo.

Tratamientos	Promedio de mortalidad $\pm$ EE por tratamiento
Hoja de maíz	0.54 ± 0.157 a
Olote	0.54 ± 0.157 a
Cascarilla de arroz	0.30 ± 0.153 a
$F_{2,29}=0.795$, $P=0.461$	

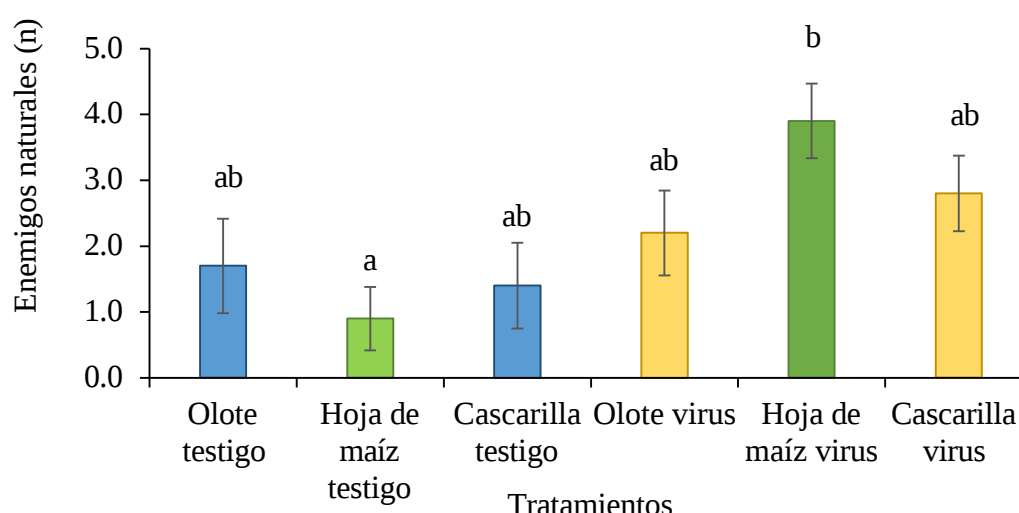


Figura 8. Promedio de enemigos naturales por planta ($\pm$ error estándar) en las plantas de maíz tratadas con los formulados sólidos del SfMNPV elaborados con cascarilla de arroz, el olote y la hoja del fruto de maíz. Letras diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre los tratamientos, según la prueba de Tukey-Kramer ($\alpha = 0.05$).

IX. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente estudio demuestran que los formulados sólidos de origen vegetal elaborados con hoja que cubre el fruto del maíz, olote y cascarilla de arroz actúan como portadores eficaces del SfMNPV. En condiciones de invernadero, tanto las formulaciones húmedas como las secas redujeron significativamente la supervivencia larvaria de *S. frugiperda*. Estos resultados confirman el potencial de estos materiales con alto contenido de lignocelulosa como matrices de liberación de virus. Sin embargo, en los formulados húmedos, el tiempo para

alcanzar la mortalidad larvaria máxima, se redujo en ~48 h en comparación con los formulados secos. Esto podría indicar que la liberación y disponibilidad inicial del virus sobre las hojas fue más eficaz con los formulados húmedos, favoreciendo un contacto más rápido del inóculo con las larvas. Aunado a ello, la humedad natural de la planta posiblemente haya incrementado la dispersión de los OBs del SfMNPV en los formulados húmedos. Este patrón coincide con lo descrito por Lacey *et al.* (2015), donde se indica que la disponibilidad y distribución del inóculo en el follaje son factores determinantes para la rapidez y magnitud de la infección. Además de considerar aspectos fisicoquímicos de la formulación desarrollada, que pueden afectar la estabilidad, adherencia y persistencia de los baculovirus en campo, lo que puede tener un impacto negativo en la efectividad del virus entomopatógeno (Moscardi, 1999). Sin embargo, el uso de estos sustratos amerita estudios futuros, especialmente debido a que el objetivo de un formulado es facilitar el manejo del producto por parte del agricultor, así como optimizar la aplicación y la ingestión del virus por parte de la plaga tratada (Jones *et al.*, 1997; Williams y Cisneros, 2001). Asimismo, los formulados deben mejorar la eficiencia del depósito del producto en el sitio de alimentación de la plaga, lo cual podría resultar más eficaz con los formulados secos. Estos últimos podrían facilitar su manejo y aplicarse de la misma manera que los insecticidas convencionales granulares.

Si bien, al final del experimento todos los formulados provocaron una supervivencia larvaria nula, el formulado con cascarilla de arroz redujo significativamente la supervivencia larvaria entre los días 5 y 7 días post tratamiento (dpt), en comparación con los formulados elaborados con hoja de maíz y olote. Este resultado puede estar relacionado con las características físicas de cada matriz vegetal, ya que posiblemente la cascarilla de arroz presentó una estructura más fina, lo que favoreció una liberación más eficiente de los OBs y facilitó su depósito en el cogollo de la planta, principal sitio de alimentación de las larvas de *S. frugiperda*. Al respecto, está ampliamente documentado que las características de los formulados sólidos, tales como su estructura, capacidad de retención del virus y el tamaño de las fracciones o partículas del material portados de los OBs, pueden influir en la disponibilidad de estas partículas, modulando procesos como la adhesión, liberación y persistencia de los OBs sobre el follaje (Williams y Cisneros, 2001; Haase *et al.*, 2015; Haase y Sciocco-Cap, 2016).

Como consecuencia de la alta mortalidad larvaria observada en el experimento de invernadero, el daño foliar fue mínimo (0-10%) y no se observaron diferencias significativas entre tratamientos. Estos resultados son consistentes con los observados en el laboratorio, donde el

nivel de daño foliar también fue muy bajo (1-3%) y no se observaron diferencias significativas entre los formulados húmedos. Sin embargo, el nivel de daño foliar registrado en los testigos libres de virus fue mayor que en los formulados ($\geq xx\%$). Este resultado posiblemente se deba a que a partir de las 36 h post-infección existe una dispersión del virus en las células del hospedero, lo que produce una infección secundaria dentro del hemocel, proceso que puede provocar alteraciones fisiológicas y con ello una reducción del apetito de las larvas infectadas (Sciocco de Cap, 2001; Rohrmann, 2019).

Una característica deseable en los formulados de baculovirus es que presenten un efecto fagoestimulante, lo que puede aumentar la ingestión del inóculo y la mortalidad del insecto (Grzywacz y Moore, 1997). En el presente estudio, el efecto fagoestimulante de los formulados evaluados puede ser bajo, ya que a diferencia de otros formulados elaborados con harina de soya, harina de semilla de algodón, harina de maíz, sacarosa o melaza (Tamez-Guerra *et al.*, 1998; Williams y Cisneros, 2001), después de su aplicación éstos no forman una capa fina y adherida a la hoja, los cuales pueden actuar como cebos que incluso pueden favorecer la ingestión del tejido vegetal. Sin embargo, no se descarta la posibilidad de que el aceite de maíz, incluido en los formulados del presente estudio, actúe como cebo, como se ha reportado en otros estudios. Al respecto, Smith *et al.* (1982) reportaron que el uso de distintas concentraciones de aceite de soya (1-5%) en mezclas con el nucleopoliedrovirus de *Helicoverpa armigera* (HearSNPV), antes denominado nucleopoliedrovirus de *Heliothis zea*, produjo una mortalidad significativamente mayor en las larvas de su huésped homólogo que la de una suspensión acuosa del virus.

El nivel de daño foliar del presente estudio, en invernadero (~1%) y en laboratorio (15 a 23%), fue relativamente bajo en las hojas tratadas con portadores libres de virus. Estos valores son bajos o similares a los reportados en otros estudios de laboratorio (~22%, Martínez *et al.*, 2017; 50-76%, Rodríguez-Zintzún, 2020), invernadero (~50%, García-Gómez *et al.*, 2020) y campo (43 y 57%, Makgoba *et al.*, 2021), en los que se evaluaron larvas de *S. frugiperda* expuestas a hojas o plantas de maíz. Sin embargo, es importante considerar que el nivel de daño depende de la edad larvaria (Ávila-Martínez *et al.*, 2023). Sin embargo, para minimizar el posible daño foliar asociado al uso de fagoestimulantes, estos deben dirigirse a áreas específicas de la planta donde se localice la plaga, que, en el caso de *S. frugiperda*, es preferentemente el cogollo (Martínez-Balerdi *et al.*, 2025).

En condiciones de campo, los tres portadores evaluados presentaron mortalidades comparables (30-54%). No obstante, factores ambientales pueden limitar la persistencia y la efectividad del inóculo viral, tales como la radiación ultravioleta, que constituye uno de los principales factores de inactivación de los BVs en condiciones naturales (Moreira *et al.*, 2022). En este contexto, las aplicaciones localizadas al cogollo y una dosificación estandarizada, como las empleadas en este estudio, contribuyen a mejorar el microambiente (sombra y humedad) y aumentan la probabilidad de ingestión por parte de larvas recién mudadas (Williams y Cisneros, 2001).

Adicionalmente, la identificación del número de enemigos naturales en campo fue similar en la mayoría de los tratamientos (entre 1 y 4 individuos por planta), lo que sugiere una incidencia relativamente homogénea de estos organismos en este tipo de agroecosistemas. Recientemente, Ramos-González *et al.* (2026) registraron que el enemigo natural más común de *S. frugiperda* en un cultivo de maíz establecido en Tarímbaro, Michoacán fue la tijerilla *Doru taeniatum* (Dohrn) (Dermaptera: Forficulidae), que representó el 71.6 % del total de enemigos naturales registrados. Otros enemigos naturales observados fueron *Orius* sp., *Collops* sp. (Coleoptera: Melyridae), coccinélidos y arañas. Aunque algunos de estos enemigos naturales coinciden con los observados en el presente estudio, *Orius* sp. fue el taxón predominante (78%), seguido de las catarinas (9%), las crisopas (4%) y las tijerillas (3%). *Orius* sp., es un insecto que depreda diversas plagas de cultivos agrícolas, especialmente de ácaros, otros hemípteros, pequeñas larvas y huevos de lepidópteros (González-Cabrera, 2003). Su alta presencia en las plantas de maíz puede indicar que el virus favorece el establecimiento de la fauna benéfica, que puede controlar no solo al gusano cogollero, sino también a otras plagas asociadas a este cultivo.

Desde una perspectiva de manejo, los resultados obtenidos demuestran el uso del SfMNPV como alternativa sostenible para reducir la dependencia de insecticidas químicos, que favorecen la selección de resistencia en las poblaciones de la plaga y conllevan riesgos ambientales y sanitarios (Blanco *et al.*, 2014; Paredes-Sánchez *et al.*, 2021). Asimismo, estos hallazgos abren la perspectiva de hacer más eficiente su control mediante el uso de componentes que actúen como fotoprotectores (TiO₂, lignina o caolín). Asimismo, estos resultados confirman que el uso de portadores sólidos de origen vegetal en los formulados del SfMNPV representa una estrategia viable y ecológicamente compatible para el manejo de *S. frugiperda*, ya que los baculovirus, como agentes de control biológico, han sido propuestos como componentes integrales de programas de Manejo Integrado de Plagas debido a su especificidad y seguridad ambiental (Martínez-Balerdi *et al.*, 2025).

X. CONCLUSIONES

- En condiciones de laboratorio e invernadero, el tipo de portador no influyó en la mortalidad larvaria. Asimismo, no se detectaron diferencias significativas entre los formulados húmedos y secos en un mismo portador. Todos los formulados provocaron altos niveles de mortalidad larval al final del experimento, sin un incremento significativo del daño foliar con respecto a los testigos.
- En condiciones de campo, los tres formulados mantuvieron la estabilidad del SfMNPV y generaron niveles de mortalidad larvaria similares. La presencia de enemigos naturales fue similar en la mayoría de los tratamientos, lo que indica su compatibilidad con la fauna benéfica del agroecosistema.
- En general, el uso de portadores vegetales en mezclas con el SfMNPV constituye una estrategia sostenible, económica y ambientalmente compatible para el manejo de *S. frugiperda*, con potencial de aplicación en campo e integración en programas de manejo integrado de plagas.

XI. LITERATURA CITADA

- Andrade, F., Otegui, M. E., Cirilo, A., Uhart, S. (2023). Ecofisiología y manejo del cultivo de maíz.
- Bahena J. F, Cortez M.E. (2015). Gusano cogollero del maiz *Spodoptera frugiperda*. Lepidoptera: Noctuidae. En casos de control biológico. Editorial del Colegio de Postgraduados, Biblioteca Básica de Agricultura: Guadalajara, Jalisco. México, pp: 181-250.
- Barrera, G., Williams, T., Villamizar, L., Caballero, P., y Simón, O. (2013). Deletion genotypes reduce occlusion body potency but increase occlusion body production in a Colombian *Spodoptera frugiperda* nucleopolyhedrovirus population. *PLoS One*, 8(10).
- Blanco, C.A., Pellegaud, J.G., Nava-Camberos, U., Lugo-Barrera, D., Vega-Aquino, P., Coello, J., Terán-Vargas, A.P., y Vargas-Camplis, J. (2014) Maize pests in Mexico and challenges for the adoption of integrated pest management programs. *Journal of Integrated Pest Management*. 5: 1-9.

- Bonilla, K., y Bonilla, Y. G. (2022). Baculovirus para el control del perforador del fruto (*Tuta absoluta* Meyrick) asociado al cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*). *Alcances Tecnológicos*, 15(1), 38-49.
- Caballero, P., López-Ferber, M., y Williams, T. (2001). Los baculovirus y sus aplicaciones como bioinsecticidas en el control biológico de plagas. Editorial Phytoma. España. Universidad Pública de Navarra. 517p.
- Castillejos, V., Trujillo, J., Ortega, L. D., Santizo, J. A., Cisneros, J., Penagos, D. I., Valle, J., y Williams, T. (2002). Granular phagostimulant nucleopolyhedrovirus formulations for control of *Spodoptera frugiperda* in maize. *Biological Control*, 24(3), 300-310.
- Cave, R. D. (2012). *Telenomus remus* Nixon: un parasitoide en el control biológico del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). *Ceiba Magazine*. 40 (2): 215-227.
- Cisneros, J., Pérez, J.A., Penagos, D.I., Ruiz, V. J., Goulson, D., Caballero, P., Cave, R.D. y Williams, T. (2002). Formulation of a nucleopolyhedrovirus with boric acid for control of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) in maize. *Biological Control*. 23:87-95.
- Claus, J. D. y A. Sciocco de Cap. (2001) Producción masiva de baculovirus. En: Caballero, P., M. López-Ferber y T. Williams (eds.) Los baculovirus y sus aplicaciones como bioinsecticidas en el control biológico de plagas. *Phytoma*. Valencia, España. 260-312.
- Du Plessis, H., Schlemmer, M. L., y Van den Berg, J. (2020). The effect of temperature on the development of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Insects*. 11(4).
- Early R, González-Moreno P, Murphy ST, y Day R (2018) Forecasting the global extent of invasion of the cereal pest *Spodoptera frugiperda*, the fall armyworm. *NeoBiota* 40: 25-50.
- Escribano, A., Williams, T., Goulson, D., Cave, R. D., Chapman, J. W., y Caballero, P. (1999) Selection of a nucleopolyhedrovirus for control of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae): structural, genetic, and biological comparison of four isolates from the Americas. *Journal of Economic Entomology*. 92(5):1079-1085.
- García-Banderas, D., Tamayo-Mejía, F., Pineda, S., de la Rosa, J. I. F., Lasa, R., Chavarrieta-Yáñez, J. M., y Martínez-Castillo, A. M. (2020). Biological characterization of two *Spodoptera frugiperda* nucleopolyhedrovirus isolates from Mexico and evaluation of one isolate in a small-scale field trial. *Biological Control*. 149:104316.

- Gelaye, Y., y Negash, B. (2023). The role of baculoviruses in controlling insect pests: A review. *Cogent Food & Agriculture*, 9(1), 2254139.
- Goergen, G., Kumar, P. L., Sankung, S. B., Togola, A., and Tamò, M. (2016). First report of outbreaks of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera, Noctuidae), a new alien invasive pest in West and Central Africa. *PloS one* 11 (10).
- González Cabrera, J. (2003). Producción de chinche nativa depredadora (*Orius tristicolor*) y la respuesta funcional de su F5 como agente de control biológico. Tesis de maestría, Universidad Autónoma Chapingo.
- Guédez, C., Castillo, C., Cañizales, L., Olivar, R. (2008). Control biológico: una herramienta para el desarrollo sustentable y sostenible. Academia Trujillo, Venezuela. 7 (13):50-74.
- Gutiérrez-Cárdenas, O. G., Cortez-Madrigal, H., Adán, Á., y Garzón, A. (2024). Interacciones entre baculovirus, depredadores y plagas: la elucidación de su potencial rumbo a la sostenibilidad agrícola. *Biociencias: aspectos básicos y aplicaciones*, 211.
- Haase, S., Sciocco-Cap, A., y Románowski, V. (2015). Los baculovirus como bioinsecticidas en América Latina: historia y futuro. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 74(3-4), 1-12.
- Haase, S., y Sciocco-Cap, A. (2016). Producción y formulación de baculovirus: avances y desafíos. *Revista de Biotecnología Aplicada*, 33(2), 77-85.
- Harrison, R., y Hoover, K. (2012). Baculoviruses and other occluded viruses. *Insect Pathology*. 73-131.
- Hussain, A.G., Wennmann, J.T., Goergen, G., Bryon, A., Ros, V.I.D. (2021). Viruses of the Fall Armyworm *Spodoptera frugiperda*: A Review with Prospects for Biological Control. *Viruses* 13 (11), 2220.
- Ikeda, M., Hamajima, R., y Kobiyama, A. (2015). Baculovirus infection mechanisms: Host cell entry and replication. *Journal of General Virology*, 96(6), 1359-1370.
- Jones, K. A., Cherry, A. J., Grzwacz, D., y Surges, H. D. (1997). Formulation: Is it an excuse for poor application? In H. F. Evans (Ed.), *Microbial insecticides: Novelty or necessity?*. British Crop Protection Council.173-180.
- Junaid, M., y Gokce, A. (2024). Global agricultural losses and their causes. *Bulletin of*

- Kala, S., Naik, S. N., Patanjali, P. K., y Sogan, N. (2019). Neem oil water dispersible tablet as an effective larvicide, ovicide, and oviposition deterrent against *Anopheles culicifacies*. *South African Journal of Botany*, 123: 387-392.
- Kenis, M., Benelli, G., Biondi, A., Calatayud, P. A., Day, R., Desneux, N., ... y Wu, K. (2022). Invasiveness, biology, ecology, and management of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*. *Entomologia Generalis*, 10.1127/entomologia/2022/1659
- Kinkar, M., Delbianco, A., y Vos, S. (2020). Pest survey card on *Spodoptera frugiperda*. European Food Safety Authority.
- Li, X. J., Wu, M. F., Ma, J., Gao, B. Y., Wu, Q. L., Chen, A. D., Liu, J., Jiang, Y. Y., Zhai, B. P., Early, R., Chapman, J. W., y Hu, G. (2020). Prediction of migratory routes of the invasive fall armyworm in eastern China using a trajectory analytical approach. *Pest Management Science*, 76(2), 454-463pp.
- Martínez, A. M., Aguado-Pedraza, A. J., Viñuela, E., Rodríguez-Enríquez, Ch. L., Lobit, P., Gómez, B., y Pineda, S. (2017). Effects of ethanolic extracts of *Argemone ochroleuca* Sweet on the food consumption and development of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *Florida Entomologist*, 100(2), 339-345
- Martínez-Balardi, M., Caballero, J., Aguirre, E., Caballero, P., y Beperet, I. (2025). *Baculoviruses as microbial pesticides: Potential, challenges, and market overview*. *Viruses*, 17(7), 917.
- Martínez-Castillo, A. M., Zamora-Avilés, N., Camargo, A. H., Figueroa-De la Rosa, J. I., Pineda, S., y Ramos-Ortiz, S. (2022). Biological activity of two Mexican nucleopolyhedrovirus isolates and sublethal infection effects on *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *Florida Entomologist* 105(3): 179-184.
- Morán Centeno, J. C. y Velázquez Rivera, A. R. (2024). Alternativas biológicas y botánicas para el manejo de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). *La Calera*, 24(43), 134-140.
- Moreira, G. F., Pires, R. C., y Castro, M. E. B. (2022). Ultraviolet radiation reduces baculovirus infectivity and survival in field conditions. *Journal of Animal Ecology*, 91(2), 367-379.

- Moscardi, F. (1999). Assessment of the application of baculoviruses for control of lepidoptera. *Annual Review of Entomology*, 44, 257–289.
- Murúa, M. G., J. Molina-Ochoa y C. Coviella. (2006). Population dynamics of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) and its parasitoids in Northwestern Argentina. *Florida Entomologist* 89: 175-182.
- Nava-Pérez, E., García-Gutiérrez, C., Camacho-Báez, J. R., y Vázquez-Montoya, E. L. (2012). Bioplaguicidas: una opción para el control biológico de plagas. *Ra Ximhai*, 8(3): 17-29.
- Ocampo, R. A. M. (2023). Análisis del impacto del mejoramiento del maíz (*Zea mays*) en Latinoamérica entre las décadas de los 60 y 90. *Revista Científica Tecnológica* - ISSN: 2708-7093, 6(4), 1-6.
- Oerke, E. C. (2006). Crop losses to pests. *J. Agric. Sci.* 144: 31–43.
- Paredes-Sánchez, F. A., Rivera, G., Bocanegra-García, V., Martínez-Padrón, H. Y., Berrones-Morales, M., Niño-García, N., y Herrera-Mayorga, V. (2021). Advances in control strategies against *Spodoptera frugiperda*. A review. *Molecules*, 26(18), 5587.
- Pavan, J. S., Raghunandan, B. L., Patel, N. B., Rajarushi, C. N., Nazrin, M. R., y Lakshmi, K. I. (2024). Baculoviruses in Integrated Pest Management of Fall Armyworm (*Spodoptera frugiperda*)(Lepidoptera: Noctuidae): Structure, Classification, and Application.
- Poitout, S. y Bues, R. (1974) Élevage de chenilles de vingt-huit espèces de Lépidopteres Noctuidae et de deux espèces d'Arctidae sur milieu artificiel simple. Particularités de l'élevage selon les espèces. 6: 431–441 pp. 89-127.
- Presa-Parra, E., Navarro-de-la-Fuente, L., Williams, T., Lasa, R. (2023). Can low concentration flufenoxuron treatment increase the pathogenicity or production of nucleopolyhedrovirus occlusion bodies in *Spodoptera exigua* (Hübner) or *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) *Acta Zoológica Mexicana* (nueva serie), 39, 1–15
- Ramos-Gourcy, F., García-Munguía, A. M., Vázquez-Martínez, O., y Fuantos Mendoza, J. M. (2022). Organismos entomopatógenos, control etológico y químico para el manejo del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) en maíz. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 30(86).

- Ríos-Velasco, C., M. G. Gallegos, M. C. del Rincón, C. E. Cerna, P. S. Sánchez y S. M. Cepeda. 2011. Insecticidal activity of native isolates of *Spodoptera frugiperda* multiple nucleopolyhedrovirus from soil samples in Mexico. *Florida Entomologist* 94: 716-718.
- Rodríguez-Zintzún, Y. S. (2020). *Susceptibilidad de Spodoptera frugiperda (J. E. Smith) a un nucleopoliedrovirus en combinación con abrillantadores ópticos y melaza* (Tesis de licenciatura). Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Rohrmann, G. F. (2019). *Baculovirus molecular biology*. (4th ed.). National Center for bioechnology information (US).
- Saavedra, G. (2015). Clasificación botánica, germinación y desarrollo. INIA. La Platina. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001.7802>.
- Salvador, R., Niz, J., Pedarros, A. y Quintana, G. (2021). Utilización regional de baculovirus en el control de plagas hortícolas. *RIA*, 47(3), 354-360.
- Sciocco de Cap, A. (2001) Biología y patología de los baculovirus. Los baculovirus y sus aplicaciones como bioinsecticidas en el control biológico de plagas. *Phytoma*. S. A., Valencia, España. 47-67 pp.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2021). La riqueza de México es el maíz. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/la-riqueza-de-mexico-es-el-maiz?idiom=es&form=MG0AV3>
- Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural (2023) Maíz, cultivo de México. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/maiz-cultivo-de-mexico#:~:text=Cultivo%20de%20ma%C3%ADz%20en%20M%C3%A9xico,los%2032%20estados%20del%20pa%C3%ADs.>
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y calidad Agroalimentaria (2021) Ficha técnica. Gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae).
- Smith, R. J., Hostetter, D. L., Pinnell, R. E., y Ignoffo, C. M. (1982). Laboratory studies of viral adjuvants: Formulation development. *Journal of Economic Entomology*, 75(1), 16–20
- Szewczyk, B., Hoyos, L., Paluszek M., Skrzecz, I., y Lobo de Souza, M. (2006) Baculoviruses.
- Tay, W. T., Meagher Jr., R. L., Czepak, C., y Groot, A. T. (2023). *Spodoptera frugiperda*:

- ecology, evolution, and management options of an invasive species. *Annual Review of Entomology*. 68(1), 299-317.
- Tay, W. T., Rane, R. V., James, W., Gordon, K. H. J., Downes, S., Kim, J., y Walsh, T. K. (2022). Resistance bioassays and allele characterization inform analysis of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) introduction pathways in Asia and Australia. *Journal of Economic Entomology*. 115(6): 1790-1805.
- Thiem, S., Du, X., Quentin, M. (1996) Identification of a Baculovirus gene that promotes *Autographa californica* nuclear polyhedrosis virus replication in a nonpermissive insect cell line. *Journal of Virology*. 70 (4): 2221-2229.
- Velasco, E. A., Molina-Ruíz, C. S., Gómez-Díaz, J. S., y Williams, T. (2022). Properties of nucleopolyhedrovirus occlusion bodies from living and virus-killed larvae of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Biological Control*. 174:105008.
- Williams, T., Melo-Molina, G. C., Jiménez-Fernández, J. A., Weissenberger, H., Gómez-Díaz, J. S., Navarro-de-la-Fuente, L., y Richards, A. R. (2023). Presence of *Spodoptera frugiperda* multiple nucleopolyhedrovirus (SfMNPV) occlusion bodies in maize field soils of Mesoamerica. *Insects*, 14(1), 80.
- Williams, T.; Cisneros, J. (2001) Formulación y aplicación de los baculovirus bioinsecticidas. 313-372.

16% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Fuentes principales

- 16%  Fuentes de Internet
- 6%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

6% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 6%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 0%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



A quien corresponda,

Por este medio, quien abajo firma, bajo protesta de decir verdad, declara lo siguiente:

- Que presenta para revisión de originalidad el manuscrito cuyos detalles se especifican abajo.
- Que todas las fuentes consultadas para la elaboración del manuscrito están debidamente identificadas dentro del cuerpo del texto, e incluidas en la lista de referencias.
- Que, en caso de haber usado un sistema de inteligencia artificial, en cualquier etapa del desarrollo de su trabajo, lo ha especificado en la tabla que se encuentra en este documento.
- Que conoce la normativa de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, en particular los Incisos IX y XII del artículo 85, y los artículos 88 y 101 del Estatuto Universitario de la UMSNH, además del transitorio tercero del Reglamento General para los Estudios de Posgrado de la UMSNH.

Datos del manuscrito que se presenta a revisión		
Programa educativo	Programa de maestría en Producción agropecuaria con terminación agrícola	
Título del trabajo	Evaluación de formulados sólidos de origen vegetal, como portadores de un baculovirus, para el control del gusano cogollero <i>Spodoptera frugiperda</i> (J. E. Smith)	
	Nombre	Correo electrónico
Autor/es	Dulce Betzabeth Rivera Nuñez	1208249j@umich.mx
Director	Ana Mabel Martínez Castillo	ana.martinez@umich.mx
Codirector	Selene Ramos Ortiz	selene.ramos@umich.mx
Coordinador del programa	Juan Pablo Flores Padilla	mae.prod.agropecuaria.agricola@umich.mx

Uso de Inteligencia Artificial		
Rubro	Uso (sí/no)	Descripción

Asistencia en la redacción	no	
----------------------------	----	--

Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



Uso de Inteligencia Artificial		
Rubro	Uso (sí/no)	Descripción
Traducción al español	no	
Traducción a otra lengua	no	
Revisión y corrección de estilo	no	
Análisis de datos	no	
Búsqueda y organización de información	no	
Formateo de las referencias bibliográficas	no	
Generación de contenido multimedia	no	
Otro	no	

Datos del solicitante	
Nombre y firma	Dulce Betzabeth Rivera Nuñez
Lugar y fecha	27 de abril del 2026