

## CAPÍTULO 8

# *Baculovirus anticarsia*: MODO DE AÇÃO, USO, EFICIÊNCIA, MERCADO ATUAL, PRODUTOS REGISTRADOS NO BRASIL E APLICAÇÃO

---

*Data de submissão: 20/03/2023*

*Data de aceite: 02/06/2023*

### **Ivy Laura Siqueira Saliba Machado**

Universidade Federal Rural da Amazônia,  
Instituto de Ciências Agrárias  
Belém – Pará  
<https://orcid.org/0000-0001-6732-4112>

### **Juliete de Sousa Oliveira**

Universidade Federal Rural da Amazônia,  
Instituto de Ciências Agrárias  
Belém – Pará  
<https://orcid.org/0000-0002-6876-9823>

### **Brenda Karina Rodrigues da Silva**

Universidade Estadual Paulista “Júlio de  
Mesquita Filho”,  
Agronomia (Entomologia Agrícola)  
Jaboticabal – São Paulo  
<https://orcid.org/0000-0002-3814-3475>

### **Diego Lemos Alves**

Universidade Federal Rural da Amazônia,  
Instituto de Ciências Agrárias  
Belém – Pará  
<https://orcid.org/0000-0002-1442-5531>

### **Thayná da Cruz Ferreira**

Universidade Federal Rural da Amazônia,  
Instituto de Ciências Agrárias  
Belém – Pará  
<https://orcid.org/0000-0001-5964-3930>

### **Josiane Pacheco de Alfaia**

Universidade Federal Rural da Amazônia,  
Instituto de Ciências Agrárias  
Belém – Pará  
<https://orcid.org/0000-0003-0453-1696>

### **Helton Bastos Machado**

Universidade Federal Rural da Amazônia,  
Instituto de Ciências Agrárias  
Belém – Pará  
<https://orcid.org/0000-0002-1948-3108>

### **Alessandra Jackeline Guedes de Moraes**

Universidade Federal Rural da Amazônia,  
Instituto de Ciências Agrárias  
Belém – Pará  
<https://orcid.org/0000-0003-0960-3919>

### **Gledson Luiz Salgado de Castro**

Universidade Federal Rural da Amazônia,  
Instituto de Ciências Agrárias  
Belém – Pará  
<https://orcid.org/0000-0002-3126-6720>

### **Telma Fátima Vieira Batista**

Universidade Federal Rural da Amazônia,  
Instituto de Ciências Agrárias  
Belém – Pará  
<https://orcid.org/0000-0001-6638-4578>

**RESUMO:** A utilização do manejo de pragas em plantas, por agentes biológicos, vem ganhando maior espaço nas áreas de produção, mundialmente. Os microrganismos são facilmente encontrados na natureza, sendo os vírus da família baculoviridae um dos mais estudados, pois permitem a manutenção da taxa populacional dos insetos abaixo do nível de dano econômico. Além de possuírem diversas vantagens sobre os inseticidas químicos, como alta especificidade ao hospedeiro e não prejudicial aos insetos benéficos, além disso, é produzido no próprio hospedeiro, diminuindo os custos dos reagentes de laboratório. A ação dos baculovírus é lenta levando mais tempo para controlar a praga, contudo tão eficiente quanto os inseticidas químicos. As lagartas infectadas apresentam perda de apetite, geotropismo negativo, clareamento da epiderme, devido ao acúmulo de vírus nas células da epiderme e tecido adiposo, além de mobilidade reduzida e tornam-se escuras devido à desintegração do tecido interno que se rompe extravasando o conteúdo corporal, e atua como fonte de recontaminação. Portanto, a demanda crescente por produtos alternativos controladores de pragas viabiliza a produção de alimentos mais “limpos” para o mercado, favorecendo agricultura sustentável e menor contaminação do meio ambiente. Diante disso, a presente revisão literária tem objetivo de descrever sobre o mecanismo de ação e eficiência em campo de *Baculovirus anticarsia*, bem como mercado atual, produtos registrados no Brasil, modo de aplicação e desafios.

**PALAVRAS-CHAVE:** microrganismos, baculovírus, controle biológico, *Baculovirus anticarsia*.

### *Baculovirus anticarsia*: MODE OF ACTION, USE, EFFICIENCY, CURRENT MARKET, PRODUCTS REGISTERED IN BRAZIL AND APPLICATION

**ABSTRACT:** The use of pest management in plants, by biological agents, has been gaining more space in production areas worldwide. Microorganisms are easily found in nature, and the viruses of the baculoviridae family are one of the most studied, as they allow the maintenance of the insect population rate below the level of economic damage. In addition to having several advantages over chemical insecticides, such as high specificity to the host and not harmful to beneficial insects, in addition, it is produced in the host itself, reducing the costs of laboratory reagents. The action of baculoviruses is slow, taking longer to control the pest, yet as efficient as chemical insecticides. Infected caterpillars show loss of appetite, negative geotropism, skin lightening, due to the accumulation of virus in the epidermis cells and adipose tissue, in addition to reduced mobility and become dark due to the disintegration of the internal tissue that ruptures, spilling the body contents., and acts as a source of recontamination. Therefore, the growing demand for alternative pest control products makes it possible to produce “cleaner” food for the market, favoring sustainable agriculture and less contamination of the environment. Therefore, this literature review aims to describe the mechanism of action and efficiency in the field of *Baculovirus anticarsia*, as well as the current market, products registered in Brazil, application method and challenges.

**KEYWORDS:** microrganisms, baculovirus, biological control, *Baculovirus anticarsia*.

## 1 | INTRODUÇÃO

Mundialmente a demanda por produtos biológicos para o manejo de pragas vem

crescendo nos últimos anos (BAKER et al., 2020). O interesse por práticas de controle natural e biológico por parte dos agricultores se deve, principalmente, ao aumento dos custos dos produtos químicos, a preocupação com a resistência dos insetos e o ressurgimento de novas pragas, após aplicações não seletivas de inseticidas (GLARE et al., 2012). E, devido ao recente relatório da Organização das Nações Unidas (ONU), que tratou do direito à alimentação, relatando que o uso de pesticidas na agricultura moderna ameaça os direitos humanos em função de seus impactos na saúde humana, no meio ambiente e na sociedade.

A implementação de métodos de Controle Biológico começou a tomar visibilidade no Brasil na década de 1960, com a implantação dos programas de pós-graduação em estudos em entomologia, mobilizando estudantes e pesquisadores para implementação do MIP (Manejo Integrado de Pragas) (PARRA, 2014). O MIP surgiu como resposta da comunidade científica para solucionar problemas oriundos do uso indiscriminado de pesticidas.

A abordagem MIP é definida como combinação de métodos integrados para o controle de pragas, visando critérios econômicos, ecológicos e sociais (PARRA, 2014). Dentre as novas tecnologias no controle biológico de pragas tem-se a utilização de microrganismos vivos (fungos, bactérias, microsporídios e vírus), animais microscópicos (nematóides) e microrganismos (predadores e parasitóides, insetos e ácaros) ou produtos naturais derivados desses organismos (BETTIOL, 2011). Todos fundamentais e que podem ser aplicados em qualquer cultura, como frutíferas, hortaliças, grãos, sementes, gramíneas e outros.

Os baculovirus são vírus de DNA de fita dupla circular, pertencente à família Baculoviridae. O nome baculovírus é derivado da morfologia dos nucleocapsídeos em forma de bastão (báculo, do latim baculum, significa bastão, haste) (FEDERICI, 1997). Das 73 famílias de vírus conhecidas, os vírus patogênicos de insetos foram descritos em 13 famílias (MURPHY et al., 1995). Entre essas 13 famílias, a família Baculoviridae é a que apresenta maior virulência para muitas ordens de insetos, incluindo Lepidoptera, Diptera, Hymenoptera, Orthoptera, Isoptera e Neuroptera (KUMARI et al., 2021). Apresentam especificidade a artrópodes (MARTÍNEZ-SOLIS et al., 2019).

Portanto, como são específicos aos seus hospedeiros, o uso de vírus patogênicos no controle de pragas, é classificado como um método de controle não agressivo ao ambiente e nem à biodiversidade, visto que os vírus utilizados apresentam alto grau de especificidade, ou seja, só são capazes de parasitar apenas uma ou algumas espécies de insetos intimamente relacionadas (SANCHES et al., 2021).

O *Baculovirus anticarsia* é um dos exemplos de agente biológico de controle. Trata-se de um vírus capaz de controlar *Anticarsia gemmatallis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae), conhecida como a lagarta-da-soja, a principal e mais comum praga causadora de desfolha direta da cultura da soja. Na década de 1980, o *B. anticarsia* foi aplicado em mais de dois milhões de hectares para controlar *A. gemmatallis* em soja (BETTIOL, 2011). Atualmente

*B. anticarsia* apresenta produtos registrados para o controle de *A. gemmatilis* (lagarta-da-soja) e para *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) (Lagarta-do-algodão) (AGROFIT, 2022). O nucleopoliedrovírus (NPV) da lagarta da soja, *A. gemmatilis*, é o pesticida viral mais utilizado e aplicado anualmente em aproximadamente um milhão de hectares de soja no Brasil. O vírus é produzido diretamente nos campos de agricultores, para reduzir os custos de criação (KUMARI et al., 2021)

Diante do exposto, esta revisão objetivou apresentar o uso de *B. anticarsia* no controle biológico atual, modo de ação, principais usos, eficiência de controle, aplicação, produtos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e o cenário do mercado atual.

## 2 | MODO DE AÇÃO

Os baculovírus utilizados em programas de controle biológico de pragas, são patogênicos para cerca de 700 spp. de invertebrados incluindo Hymenoptera, Lepidoptera, Diptera, Coleoptera, Trichoptera, Thysanura, Neuroptera, além de Crustacea (NIU, et al., 2018; JAIN, et al., 2020; WAN VALICENTE et al., 2021; KUMARI et al., 2021). Os vírus são parasitas intracelulares obrigatórios que contém DNA ou RNA encapsulado em uma capa de proteína, chamada capsídeo, que forma os vírions ou nucleocapsídeos, e apresentam capacidade de autorreplicação dentro de células vivas (KUMARI et al., 2021).

Os baculovírus fazem parte da família Baculoviridae e possuem DNA de fita circular (VALICENTE; TUELHER, 2009). Membros da família Baculoviridae são hospedeiros específicos de artrópodes que não possuem homologia com qualquer outro vírus encontrado em organismos como plantas, animais, fungos e bactérias, infectando apenas uma ou algumas espécies de insetos intimamente relacionados. A especificidade está intimamente ligada à patogênese da família do vírus (CASTRO et al., 2020).

Os membros da família Baculoviridae são divididos em dois grupos com base em sua morfologia denominada corpo de oclusão (“occlusion body”; OB): nucleopoliedrovírus (NPV) e granulovírus (GV), os quais atuam no intestino médio dos insetos (VALICENTE; TUELHER, 2009). O NPV tem OV (vírus ocluído) maiores que contém muitas partículas ODV (vírus derivado de oclusão), enquanto a forma OV de GV (chamadas grânulos) é menor e contém uma única partícula ODV (HERNIOU et al., 2003). São agrupados em quatro gêneros conforme a ordem de insetos a que pertencem: Alphabaculovirus (NPVs de lepidópteros), Betabaculovirus (GVs de lepidópteros), Gammabaculovirus (NPVs de himenópteros) e Deltabaculovirus (NPVs de dípteros) (JEHLE et al., 2006). São inofensivos ou incapazes de se replicar em microrganismos, culturas de células não-insetos de invertebrados, cultura de células de vertebrados, plantas não-artrópodes, invertebrados (CASTRO et al., 2020) e meios de cultura.

O processo de infecção viral é caracterizado pela produção de dois fenótipos virais:

ODV (“occlusion derived virus”, vírus derivado de oclusão) e BV (“budded virus”, vírus brotado) (SOSA-GÓMEZ et al., 2020). O ODV é responsável pela infecção primária no intestino médio do inseto, enquanto os BVs são responsáveis pela infecção secundária ou sistêmica, de célula a célula. Os ODVs ficam encapsulados dentro de uma matriz cristalina protéica (OB), que protege os vírus das adversidades ambientais (SANCHES et al., 2019; SOSA-GÓMEZ et al., 2020).

A infecção inicial ocorre quando um inseto hospedeiro (suscetível) ingere os OBs que estão presentes naturalmente no ambiente ou que foram pulverizados na lavoura. A matriz proteica (OBs), diante do pH alcalino do intestino médio do hospedeiro (pH 8,0), se dissolve e liberam os ODVs no intestino médio da lagarta, atravessam a membrana peritrófica por difusão direta e infectam as microvilosidades das células epiteliais, destruindo a membrana interna do intestino de lagartas (infecção primária), posteriormente, ocorre o desrevestimento dos ODVs antes de passar pelos poros nucleares. A infecção ocorre no núcleo das células onde se replica, que passam a produzir os BVs e infectar as células adjacentes (infecção secundária ou sistêmica) (SANCHES et al., 2019; KUMARI et al., 2021).

Os BV ligam-se a muitos tipos celulares diferentes e entram por endocitose, onde a fusão das membranas virais e endossomais resulta na liberação do nucleocapsídeo no citoplasma. O nucleocapsídeo viaja para o núcleo (N) e entrega o material genético viral. O vírus ocluído (OV) acumula-se posteriormente nos núcleos das células infectadas e consiste em ODV envelopados que são incorporados em uma matriz paracristalina. Ao entrar no intestino médio do hospedeiro lepidóptero, a matriz OV se dissolve, liberando ODV que se ligam e entram nas células epiteliais do intestino médio por fusão direta entre as membranas viral e plasmática. No caso de vírus com envelope múltiplo, como AcMNPV, alguns nucleocapsídeos viajam para o núcleo enquanto outros viajam através da célula epitelial e brotam da superfície basal como BV. O BV que é produzido deve então atravessar a lâmina basal para entrar com sucesso no hospedeiro (CLEM, 2005).

A ação sistêmica, se dá com a ruptura da membrana peritrófica, e então a infecção se espalha pela hemolinfa do inseto (sistema circulatório) e/ou sistema respiratório (traquéias) (SOARES; RIBEIRO, 2005). O vírus codifica enzimas que ajudam na degradação dos tecidos do inseto, incluindo uma quitinase e uma protease semelhante à catépsina. A expressão dessas enzimas é necessária para a fusão ou liquefação do cadáver do inseto, o que auxilia na dispersão do OV no ambiente (CLEM, 2005).

As lagartas são mais susceptíveis à infecção viral durante os primeiros estágios larvais (FEDERICI, 1997). Após a morte do inseto, o seu corpo se liquefaz e libera novamente no ambiente os poliedros virais, perpetuando a infecção em novos hospedeiros. Os sintomas mais evidentes apresentados pelas lagartas infectadas por baculovírus, é em relação a cor, inicialmente adquirem cor branca, amarelada ou muito escura e lentidão na movimentação. As lagartas são encontradas penduradas no dossel superior das plantas,

apresentam corpo mole em condição de “murcha de lagarta”. Após a infecção por vírus, a lagarta cessa sua mobilidade/alimentação em até 4 dias após o consumo, levando a morte dentro de 7 dias em condições ambientais favoráveis, e até 3-4 semanas em condições não favoráveis (KUMARI et al., 2021).

### 3 | USO E EFICIÊNCIA

O manejo de insetos-praga é realizado, comumente, com uso de insumos químicos que, na maioria das vezes, são aplicados de forma abusiva e indiscriminada, desencadeando uma série de problemas, como desequilíbrio biológico com a eliminação de inimigos naturais e surgimento de pragas secundárias ou novas pragas, resistência de pragas, além dos problemas socioambientais (PEDIGO & RICE, 2014). Entretanto, essa realidade vem sendo mudada ao decorrer dos últimos anos, com a utilização de métodos alternativos como o uso do controle biológico, tornando-se crucial para a diminuição das consequências indesejáveis provenientes do uso de inseticidas químicos.

Os baculovírus ocorrem naturalmente no campo e infectam as larvas que se alimentam de folhas contaminadas. Devido a sua alta virulência e especificidade ao inseto-hospedeiro, os baculovírus tornam-se uma ferramenta promissora e em constante avanço no manejo de pragas agrícola, sendo uma alternativa biológica aos inseticidas químicos (MOSCARDI et al., 2011)

Além de possuírem diversas características atrativas, os baculovírus são fáceis de manipular (O'REILLY et al., 1994), capazes de transportar grandes e múltiplas inserções de DNA (CHESHENKO et al., 2001). Podem ser prontamente produzidos e purificados em níveis elevados, além da incapacidade inerente de se replicar em células de mamíferos e a baixa citotoxicidade os tornam candidatos potencialmente seguros para entrega de genes terapêuticos (BIENIOSSEK et al., 2012)

Os tipos de progênes infecciosas que o baculovirus possui são dois: um é responsável pela transmissão de inseto para inseto, sendo uma forma oclusa do inseto e outra, responsável pela transmissão de célula para célula em um mesmo indivíduo, referindo-se a forma não oclusa (VALICENTE; TUELHER, 2009).

Os corpos de oclusão representam uma forma de proteção, permitindo que os vírus desse gênero resistam a condições ambientais fora do hospedeiro. Até ocorrer a dispersão para a superfície das folhas da planta por meio da ação do vento, chuva ou outros artrópodes, podem permanecer em solos ácidos ou neutros por meses ou até anos. Em uma matriz proteica, a oclusão dos vírus garante a proteção de partículas infectantes, que são responsáveis pela transmissão de inseto para inseto, enquanto a forma não ocluída possui a função de transmitir de célula para célula (BISSARD; ROHRMANN, 1990). Os genes responsáveis pela codificação das proteínas de oclusão são bem conservados entre os baculovírus do mesmo gênero.

Algumas proteínas produzidas pelos baculovírus auxiliam no processo infeccioso. Na fase tardia é produzida a quitinase e a cisteína-protease, que atuam na dissolução dos tecidos do inseto, rompendo a cutícula larval e liberando os poliedros (HAWTIN et al., 1997).

A preparação e utilização de baculovirus como agentes de controle de pragas foram facilitadas pelo fato de incorporarem partículas infecciosas em corpos de oclusão proteicos (OBs), que conferem nível de estabilidade ao vírus e podem ser dispersos com os mesmos equipamentos e métodos utilizados para aplicação dos inseticidas químicos (THOMPSON et al., 1981). Os OBs, também conhecidos como poliedros ou grânulos, ocorrem em ambientes onde as larvas do hospedeiro se alimentam. Os OBs de alfabaculovírus e betabaculovírus têm sido utilizados com mais frequência em formulações de biopesticidas para controle de lagartas da ordem Lepidoptera.

Entretanto, o sucesso de multiplicação do Baculovirus depende da quantidade ingerida, temperatura, nutrição, caráter físico e idade das larvas e, a infecção, se dá nos estágios larvais dos insetos, pois o potencial da patogenicidade do Baculovirus depende da idade das larvas (SUKIRNO et al., 2018). De acordo com VALICENTE; CRUZ (1991) a fase larval é a única suscetível à infecção, que uma vez aplicado na cultura hospedeira, infecta as lagartas que se alimentam das folhas contaminadas, iniciam-se a replicação, espalhando-se por todo o corpo do inseto, cessando as atividades em cerca de 4 dias após o consumo, provocando a morte, que geralmente ocorre de seis a oito dias após a ingestão.

O controle biológico baseado em baculovirus têm sido efetivo contra pragas como a lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatalis*) (SIMONATO et al., 2014), lagarta do algodão (*Helicoverpa zea* e *Helicoverpa armigera*) (SRINIVASA et al., 2008), lagarta-do-cartucho do milho (*Spodoptera frugiperda*) (CORRÊA et al., 2012; DINIZ et al., 2018), traça das maçãs (*Cydia pomonella*) (VINCENT et al., 2007), mariposa cigana (*Lymantria dispar*) (COOK et al., 2003), mandarová da mandioca (*Erinyis ello*) (BELLOTTI et al., 1999) e a lagarta do álamo (*Condylorrhiza vestigialis*) (MACHADO, 2006).

De acordo com Murray et al., (1995), a disseminação de baculovírus na população do hospedeiro depende de pelo menos três dias sob temperatura de 25°C, não apresentando interferência na alimentação do inseto. MATRANGOLO (2003) relatou que as lagartas apresentam pequena capacidade de ingestão do vírus por consequência ocorre pouca replicação. Para MOSCARDI (1999), a inibição viral em temperaturas baixas ou elevadas pode estar relacionada ao efeito sobre a taxa de alimentação do inseto e sobre o mecanismo de penetração do vírus. O mesmo autor, observou que para *A. gemmatalis*, em regiões de baixa temperatura ocorreu prolongamento do período de incubação de *B. anticarsia*, além de menor mortalidade das lagartas.

Os sintomas mais evidentes apresentados pelas lagartas infectadas por baculovirus são perda de apetite, geotropismo negativo, clareamento da epiderme devido ao acúmulo de vírus nos núcleos das células da epiderme e tecido adiposo (RIBEIRO; SOUZA, 1998).

As lagartas infectadas apresentam mobilidade reduzida e por fim tornam-se escuras, devido à desintegração do tecido interno, que se rompe ao menor contato quando ocorre o extravasamento do conteúdo corporal (CRUZ, 1998), atuando como fonte de recontaminação.

Após o rompimento do corpo do inseto, grande quantidade do vírus recai sobre as folhas, fazendo com que, muitas vezes, uma só aplicação do vírus seja suficiente para exercer controle durante toda a safra (VALICENTE, 2019; KUMARI et al., 2021). Apesar de apenas uma aplicação ser suficiente para uma safra, as lagartas mortas contaminadas pelo vírus também podem ser coletadas e utilizadas para nova aplicação (SOUSA et al., 2018).

#### 4 | PRODUTOS REGISTRADOS NO BRASIL

Os bioinsumos são produtos à base de microrganismos, podendo ser fungos, bactérias ou vírus, utilizados na prevenção ou controle de insetos-praga e/ou fitopatógenos, estes produtos são desenvolvidos visando a eficácia, viabilidade e segurança para o manejo em variados sistemas de cultivo (IWANICKI et al., 2022). Os produtos à base de vírus apresentam alta seletividade, especificidade e longevidade de ação no controle de lagartas (SANCHES et al., 2021).

Os bioinsumos à base de vírus destinados a aplicação na cultura da soja, visam o controle de lagartas desfolhadoras, pertencem à família Baculoviridae, suas nomenclaturas estão de acordo com o hospedeiro em que foram isolados, e possuem maior número de representantes com potencial para uso no desenvolvimento de bioinseticidas (QUINTANA; SALVADOR, 2020). Na cultura da soja atuam sobre lagartas desfolhadoras, como a lagarta-da-soja (*A. gemmatalis*) e o baculovírus isolado recebe o nome de nucleopoliedrovírus *Anticarsia gemmatalis* (AgMNPV) (IWANICKI et al., 2022).

Os baculovírus possuem elevado potencial para serem utilizados como agente de controle biológico em larga escala, com alta patogenicidade e virulência contra insetos-praga e alta segurança ao meio ambiente e seres humanos (CABALLERO; WILLIAMS, 2008; RUIZ et al., 2021). Segundo QUINTANA; SALVADOR (2020), os vírus entomopatogênicos representam alternativa segura e eficaz ao uso de inseticidas químicos convencionais de amplo espectro e mínimo impacto ambiental.

A produção de produtos microbianos consiste na seleção de isolados em laboratório a partir de testes para comprovar a eficácia e rendimento em campo, devendo mostrar-se satisfatório. Diversos parâmetros são exigidos para o controle de qualidade de produtos à base de microrganismos, como identidade do microrganismo, concentração de unidades infectivas por kg ou L da preparação ou formulação, virulência das unidades infectivas, natureza e teor de contaminantes, vida de prateleira em temperatura representativa e características físico-químicas associadas ao produto (JENKINS et al., 1998; JENKINS; GRYWACZ, 2000; RAVENSBERG, 2011; FARIA et al., 2022).

Os parâmetros de produção e os protocolos devem ser seguidos rigorosamente, a fim de garantir a eficiência da produção por meio de um controle de qualidade, garantindo a reprodutibilidade do processo, padronização do produto, segurança ao ambiente e ao ser humano, a eliminação ou redução de contaminantes a níveis aceitáveis e a eficácia em campo (IWANICKI et al., 2022).

No Brasil, a regulamentação da fabricação, registro ou o uso de pesticidas se tornou mais rigorosa devido aos impactos negativos ao meio ambiente e à saúde, visando reduzir a utilização de produtos químicos em detrimento ao uso de produtos biológicos (HAASE et al., 2015).

A avaliação de produtos biológicos é realizada pela mesma regulamentação utilizada para o registro de pesticidas químicos, produtos à base de baculovírus se enquadram no grupo (3) Microbiológicos: pesticidas com agentes microbianos (fungos, bactérias, vírus). Existem apenas quatro produtos fitossanitários à base de baculovírus registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), no Brasil, e estão disponíveis para o controle da lagarta-da-soja (Quadro 1).

Os produtos biológicos são regulamentados pela Lei de agrotóxicos (Lei 7.802/89) e por decretos e especificações de referências para essa classe de defensivos, além disso, três agências governamentais controlam a avaliação e o registro dos produtos destinados ao controle biológico, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) (MAPA, 2021).

É importante destacar que o nucleopoliedrovírus *Anticarsia gemmatalis* (AgMNPV) recebe destaque mundial por sua eficiência comprovada desde a década de 1980, mantendo o sucesso devido aos seu alto nível de controle (MOSCARDI, 1999; DEL-ANGEL et al., 2018; MACIEL et al., 2022).

Produto	Ingrediente ativo (grupo químico)	Titular de registro	Formulação	Classificação	
				Toxicológica	Ambiental
Baculovirus AEE	<i>Baculovirus anticarsia</i> (Prod. Microbiológico)	Associação dos Empregados da Embrapa – AEE/CNPSoja	WP – Pó molhável	IV	IV
Baculovirus Soja WP	<i>Baculovirus anticarsia</i> (Prod. Microbiológico)	Bosquioli e Santos Ltda.	WP – Pó molhável	IV	IV
Grap Baculovirus	<i>Baculovirus anticarsia</i> (Prod. Microbiológico)	Agrocete Industria de Fertilizantes Ltda.	WP – Pó molhável	IV	IV
Verpavex	<i>Baculovirus anticarsia</i> (Prod. Microbiológico)	Andermatt do Brasil Soluções Biológicas Ltda. -ME	SC – Suspensão concentrada	Não	IV

Quadro 1. Produtos fitossanitários registrados no Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA a base de *Anticarsia gemmatalis*

Fonte: AGROFIT, 2022a. Classificação Toxicológica IV – pouco tóxico; Classificação Ambiental IV – produto pouco perigoso ao meio ambiente.

## 5 | MODO DE APLICAÇÃO

Com o aumento expressivo do consumo dos produtos biológicos em grande escala na agricultura brasileira, existe a necessidade de estudar os sistemas de aplicação para obter um melhor aproveitamento das potencialidades tecnológicas. Contudo, é importante compreender as limitações desses produtos, que são formulados a partir de vírus, fungos, bactérias e seus metabólitos inseridos na agricultura.

A partir disso, é possível observar que a natureza dos produtos biológicos lhes confirma características desejáveis, como a seletividade, menor risco ao consumidor e prolongado efeito residual, no entanto, a natureza biológica também os tornam mais dependentes das condições ambientais para que possa garantir estabilidade e eficiência quando comparados a produtos químicos (KUMAR et al., 2011; BLACK et al 2017). Entretanto, produtos biológicos, como o baculovírus, demandam maior atenção em relação às condições especiais de aplicação em relação à cultura, fatores climáticos e biológicos (CORY; EVANS, 2007).

Os defensivos biológicos à base de baculovirus só apresentam a infecção quando ocorre o processo de ingestão, sendo assim, a eficácia irá depender de como ocorre a deposição e a cobertura nas superfícies vegetais, de tal modo, que haja a permanência por um período satisfatório, para que as lagartas possam consumir o alimento suficiente, visando ter dose letal do inseticida (VALICENTE, 2019).

No geral, para baculovirus as temperaturas excessivas, umidade relativa baixa e radiação solar ultravioleta são os fatores que reduzem a efetividade desses agentes (TAZZO et al, 2008). Condições estas que são observadas principalmente quando as temperaturas estão mais elevadas durante o dia, ocorrendo, sobretudo, no estrato superior do dossel da cultura, locais que são depositados maior volume de gotas e produtos pelos sistemas tradicionais de aplicação (AZEVEDO, 2003; BOLLER et al., 2011)

A produção caseira de baculovírus ocorre a partir da coleta de lagartas mortas na área. As lagartas necessitam passar por processo de assepsia utilizando-se água corrente e armazenadas em congelador a -20 °C, até que ocorra a sua utilização, e estas, terão viabilidade de até um ano e meio, após o descongelamento, entretanto, a utilização deve ocorrer de forma imediata (SOUSA et al., 2018). Para realizar o preparo da aplicação deve ser utilizado o equivalente a 50 a 70 lagartas/ha de tamanhos grandes, que devem ser coletadas entre 7 e 10 dias após a aplicação de baculovírus na lavoura.

Na ocorrência da aplicação, as lagartas congeladas devem ser maceradas e filtradas, posteriormente a diluição do produto em 200 litros de água, volume de calda recomendado para esta aplicação. Se for maior a quantidade de lagartas, pode haver a utilização de liquidificador para triturar os insetos, e se houver necessidade, o líquido deverá ser congelado (GIANI, 2011).

A tecnologia de aplicação, estuda variedades de combinações de pontas de bico, pressão de trabalho, altura da barra, volume de calda, diversas formulações de produtos, as características da água, forma de preparo da água, horário ideal de aplicação, em que estágio se encontra a cultura, condições ambientais e mecanismos auxiliares da barra de pulverização (AZEVEDO; FREIRE, 2006; ANTUNIASSI; BOLLER, 2011). Sendo assim, todos esses fatores resultam em resultados de aplicações, quando se trata de cobertura, distribuição e absorção no dossel, deposição nas partes inferiores e superiores da planta, perdas por evaporação, escorrimento, toxicidade e inconformidades físicas e químicas no tanque de pulverização.

Para potencializar a eficácia do baculovírus, é fundamental conhecer a atuação de cada um dos fatores em busca de proporcionar melhores condições, a fim de aumentar os efeitos dos bioinseticidas ou para diminuir os efeitos ambientais que podem se tornar irreversíveis (CORY; EVANS, 2007; IGNOFFO et al.,1997; 1989). Em meio aos efeitos ambientais, altas temperaturas e a baixa umidade da atmosfera que predominam durante os períodos nos quais são aplicados os baculovírus na cultura da soja.

Segundo Giani (2011), há diversas possibilidades de aplicações a serem feitas com pulverizador, dentre elas, a barra, o canhão e o avião, sendo assim, a quantidade ideal para essa aplicação é de 100 L de calda por hectare. Destaca-se a importância da manutenção regular desses implementos, para que haja melhor eficácia do produto, evitando perdas por entupimento dos bicos.

## 6 | MERCADO ATUAL

Há demanda crescente por produtos alternativos ditos como promotores de crescimento, controladores de pragas, produtos que viabilizam produção de alimentos mais “limpos” para o mercado, favorecendo assim, a agricultura sustentável para o mundo. Nos últimos anos o aumento de área plantada de algodão, milho de soja teve um crescimento de mais de 87,3%, o que equivale a mais de 227 milhões de toneladas, dando um total de mais de 90% da produção nacional de grãos e esse aumento está diretamente ligada ao emprego de biotecnologia, seleção de sementes geneticamente melhoradas e biopesticidas (SCHUMACHER, 2017; IWANICKI et al., 2022; ARAÚJO, 2022).

A partir de testes realizados com o intuito da comercialização de produtos biológicos à base de *B. anticarsia* durante os anos 90, o uso de AgMNPV como controle biológico da lagarta-da-soja, obteve sucesso na aplicação em aproximadamente 2 milhões de hectares de soja, excitando assim, o uso em países vizinhos, como Uruguai e Paraguai; como consequência do seu sucesso foram viabilizados testes nos EUA, Argentina e Colômbia não somente favorecendo os grandes agricultores, mas também, os pequenos agricultores, pois com a comprovação e formulação no mercado, os mesmos obtiveram acesso produto mais facilmente (SILVA, 1991; BATISTA FILHO et al., 1992; DEL-ANGEL et al., 2018).

Nos últimos 25 anos foram realizadas pesquisas técnicas de MIP buscando diretrizes baseadas na sustentabilidade chegando ao ano de 2020 com a crescente adoção do controle biológico pelos agricultores, movimentando assim o mercado mundial de produtos biológicos o qual movimentou mais de 5 bilhões de dólares, com uma crescente de 14,4% ao ano. A perspectiva até 2026 é que o mercado de biodefensivos chegue a movimentar pelo menos 18,5 bilhões de dólares, crescimento de 74%, segundo relatórios recentes publicados pela empresa de pesquisa de mercado Research and Markets. Atualmente agricultores da União Europeia e dos Estados Unidos são os que mais empregam produtos biológicos para o controle de pragas e doenças (BATISTA FILHO, 1997; ARAÚJO, 2022).

Na América Latina, o Brasil é líder na adoção de produtos biológicos, no ciclo 2020/2021 movimentou cerca de R\$1,7 bilhão, um aumento de 33% na comparação com 2019/20 (CROPLIFE BRASIL, 2021). Apresentando crescimento superior a 30% em relação à média global (14,4%). No Brasil, especula-se faturamento de R \$3,69 bilhões até 2030 no mercado de biológicos, crescimento acima de 107% em vendas (CROPLIFE BRASIL, 2021).

Segundo NEPOMUCENO (2022), o Brasil é o maior produtor de bioinsumos da soja do mundo, fato esse acometido por inúmeras pesquisas destinadas ao combate a pragas, fomentado pelo investimento industrial, adoção da tecnologia por produtores e técnicos, havendo um marco na produção de *Bacillus thuringiensis* e bioinseticidas nos anos de 2013/2014, em decorrência da ineficiência dos defensivos químicos, possivelmente ocasionada pela seleção de indivíduos resistentes. A utilização de defensivos agrícolas

biológicos, permaneceu marginalizado devido a ampla utilização de produtos agroquímicos relativamente de baixo custo, porém, houve aumento na procura por produtos biopesticidas, haja vista, o aumento de custo de produtos químicos e ineficiência em campo (CURIOLLETTI, 2021; POLANCZYK et al., 2022).

## 71 CONCLUSÃO

O otimismo é grande quanto ao crescimento do mercado de biopesticidas no mundo, e o uso do baculovírus como agente de controle, é uma estratégia importante para o manejo integrado de pragas, pois além da eficiência, preserva o meio ambiente, sem causar danos socioambientais, visto que são vírus específicos de insetos, especialmente larvas de lepidópteros.

Apesar do vírus apresentar maior tempo para causar a mortalidade de lagartas, em comparação aos produtos químicos, seu uso deve ser ampliado pelos produtores se utilizado de maneira correta. Cabe incentivar a busca de estratégias de manejo e tecnologias que aumentem a eficiência do vírus, como aplicações preventivas nos estágios iniciais da cultura, seleção de isolados mais virulentos e formulações protetoras.

## REFERÊNCIAS

AGROFIT. **Consulta de Ingrediente Ativo**. Brasil - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2022. Disponível em: <[https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em: 28 agos. 2022a.

AGROFIT. **Sistema de agrotóxicos fitossanitários**. Brasil - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2022. Disponível em: <<http://www.agrofit.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 20 agos. 2022.

ANTUNIASSI, U. R.; BOLLER, W. **Tecnologia de aplicação para culturas anuais**. Passo Fundo: Aldeia Norte; Botucatu: FEPAF, 88 p., 2011.

ARAÚJO, R. M. de. Análise da Conjuntura atual, Desafios e Oportunidades do Uso do Controle Biológico no Manejo de Resistência de Pragas às Plantas Geneticamente Modificadas de Algodão, Milho e Soja com Tecnologia Bt no Brasil. 112 f. Dissertação (**Mestrado profissional MPAGRO**) – Fundação Getúlio Vargas, Escola de Economia de São Paulo. 2022.

AZEVEDO F. R.; FREIRE, F. C. O. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006.

AZEVEDO, L. A. S. **Fundamentos para o uso racional**. In: **Qualidade da aplicação de fungicidas protetores**. Campinas: Emopi, p. 121-132, 2003.

BAKER, B.P.; GREENB, T.A.; LOKERB, A.J. Biological control and integrated pest management in organic and conventional systems. **Biological Control**, v. 140, p. 2-9, 2020.

BATISTA FILHO, A. Desenvolvimento de Formulações de *Baculovirus anticarsia*. 86 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1997.

- BATISTA FILHO, A.; ALVES, L. F.; AUGUSTO, N. T.; LEITE, L. G.; ALVES, S. E. Avaliação de persistência de duas formulações de *Baculovirus anticarsia* a campo e laboratório. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 21, n. 3, p. 453-62, 1992.
- BELLOTTI, A. C., SMITH, L., LAPOINTE, S. L. Recent advances in cassava pest management. **Annual Review of Entomology**, p. 343-370, 1999.
- BETTIOL, W. Biopesticide use and research in Brazil. **Outlooks on Pest Management**, v. 22, n. 6, p. 280-283, 2011.
- BIENIOSSEK, C.; IMASAKI, T.; TAKAGI, Y.; BERGER, I. MultiBac: expanding the research toolbox for multiprotein complexes. **Trends in biochemical sciences**, v. 37, n. 2, p. 49-57, 2012.
- BLACK, J. L. Horizontal Transmission of Helicoverpa armígera Nucleopolyhedrovirus (HearNPV) in soybean Fields infested with Helicoverpa zea (Boddie). Theses and Dissertations (**Master of Science in Entomology**) – University of Arkansas, Fayetteville, AR, 2017.
- BOLLER, W.; FERREIRA, C. M.; COSTA, I. D. Condições do ar e angulação das folhas influenciam a qualidade das pulverizações na cultura da soja. **Revista plantio direto**. Passo Fundo, n. 121, p. 23, 2011.
- CABALLERO, P.; WILLIAMS, T. Virus entomopatógenos. In: DE JACAS, J. A.; URBANEJA, A. **Control Biológico de plagas agrícolas**. Phytoma S. A., Valencia, España, p. 121-135, 2008.
- CASTRO, M.E.B. de; RIBEIRO, B.M.; CRAVEIRO, S.R.; INGLIS, P.W.; VALICENTE, F.H. Controle de artrópodes-praga com vírus entomopatogênicos. In: FONTES, E.M.G.; VALADARES-INGLIS, M.C. (Ed.). **Controle biológico de pragas da agricultura**. Brasília, DF, Embrapa, cap. 8, p. 237-273, 2020.
- CHESHENKO, N.; KROUGLIAK, N.; EISENSMITH, R. C.; KROUGLIAK, V. A novel system for the production of fully deleted adenovirus vectors that does not require helper adenovirus. **Gene therapy**, v. 8, n. 11, p. 846-854, 2001.
- CLEM, R. J. The role of apoptosis in defense against baculovirus infection in insects. **Current Topics in Microbiology and Immunology**, v. 289, p. 113-130, 2005.
- COOK, S. P., WEBB, R. E., PODGWAITE, J. D., REARDON, R. C. Increased mortality of gypsy moth *Lymantria dispar* (L.) (Lepidoptera: Lymantriidae) exposed to gypsy moth nuclear polyhedrosis virus in combination with the phenolic glycoside salicin. **Journal of Economic Entomology** v. 96(6), p. 1662-1667, 2003.
- CORRÊA, M. B.; OLIVEIRA, N. C.; VALICENTE, F. H. Manejo da lagarta-do-cartucho na cultura do milho: Aplicação de *Baculovirus spodoptera* isolado e associado com inseticida. Campo Digital: **Revista de Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias**, v.7, n.1, p. 59-67, 2012.
- CORY, J. S.; EVANS, H. F. Viruses. In: **Field Manual of Techniques in Invertebrate Pathology**. Springer, Dordrecht, p. 149-174, 2007.
- CROPLIFE BRASIL. **Cresce a adoção de produtos biológicos pelos agricultores brasileiros**. Disponível em:<<https://croplifebrasil.org/noticias/cresce-a-adoacao-de-produtos-biologicos-pelos-agricultores-brasileiros/>>. Acesso em: 28 agos. 2022.

CRUZ, I. A lagarta do cartucho: em frente o principal inimigo do milho. **Revista Cultivar**, v. 21, p. 16-19, 1999.

CURIOLETTI, L.E. Integração de inseticidas biológicos e químicos e tecnologia de aplicação no controle de lagartas da soja. **Tese de doutorado**, Universidade Federal de Santa Maria, 2021.

DEL-ANGEL, C.; LASA, R.; RODRÍGUEZ-DEL-BOSQUE, L. A.; MERCADO, G.; BEPERET, I.; CABALLERO, P.; WILLIAMS, T. *Anticarsia gemmatalis* nucleopolyhedrovirus from soybean crops in Tamaulipas, Mexico: diversity and insecticidal characteristics of individual variants and their co-occluded mixtures. **Florida Entomologist**, p. 404-410, 2018.

DINIZ, N. F.; LUSKI, P. G. G.; QUEIROZ, A. P.; SILVA, N. R. A.; BUENO, A. de F.; NEVES, P. M. O. J.; OLIVEIRA, M. C. N. Efficiency of *Baculovirus spodoptera* associated with herbicides in the control of *Spodoptera frugiperda*. **Documentos-Embrapa Soja**, n. 401, p. 27-37, 2018.

FARIA, M.; MASCARIN, G. M.; SOUZA, D. A.; LOPES, R. B. Controle de qualidade de produtos comerciais à base de fungos para o manejo de invertebrados (insetos, ácaros, nematoides). Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, **Documentos**, n. 377, 48 p., 2022.

FEDERICI, B. A. Baculovirus pathogenesis. In: LOIS, M. **The baculoviruses**. New York, Plenum Press, p. 33-59, 1997.

GIANI, V. **Aprenda a produzir em casa o inseticida com baculovírus**. Canal Rural, 14 jan. 2011. Disponível em:< <http://www.canalrural.com.br/especial/rs/lavouras-do-brasil/19,0,3175672,Aprenda-a-produzir-em-casa-o-inseticida-com-baculovirus.html>>. Acesso em: 26 agos. 2022.

GLARE, T.; CARADUS, J.; GELERNTER, G.; JACKSON, J.; KEYHANI, N.; KOHL, J.; STEWART, A. Have biopesticides come of age? **Trends in Biotechnology**, v. 30, n. 5, p. 250-258, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2012.01.003>.

HAASE, S.; SCIOCCO-CAP, A.; ROMANOWSKI, V. Baculovirus inseticides in Latin America: historical overview, current status na future perspectives. **Viruses**, n. 7, p. 2230-2267, 2015.

HAWTIN, R. E.; ZARKOWSKA, T.; AMOLD, K.; THOMAS, C. J.; GOODAY, G. W.; KING, L. A.; POSSEE, R. D. Liquefaction of *Autographa californica* nucleopolyhedrovirus-infected insects is dependent on the integrity of virus-encoded chitinase and cathepsin genes. **Virology**, v 238, p. 243-253, 1997.

HERNIUO, E.; OLSZEWSKI, J.; CORY, J.; REILLY, D. R. The genome sequence and evolution of baculoviruses. **Annual Review of Entomology**, v. 48, p. 211-234, 2003.

IGNOFFO, C. M.; GARCIA, C.; SAATHOFF, S. G. Sunlight stability and rain-fastness of formulations of *Baculovirus heliothis*. **Environmental Entomology**, v. 26, n. 6, p. 1470-1474, 1997.

IGNOFFO, C. M.; RICE, W. C.; MCINTOSH, A. H. Inactivation of nonoccluded and occluded baculoviruses and baculovirus-dna exposed to simulated sunlight. **Environmental Entomology**, v. 18, n. 1, p. 177-183, 1989.

IWANICKI, N.; DELALIBERA JÚNIOR, I.; de FARIA, M. R.; LOPES, R.; SANCHES, M.; de SOUZA, M. L.; SÓSA-GOMEZ, D. R. Controle de Qualidade de Produtos Microbiológicos. In: MEYER, M. C.; DE FREITAS BUENO, A. MAZARO, S. M.; DA SILVA, J. C. **Bioinsumos na Cultura da Soja**. EMBRAPA, 550 p., 2022.

- JAIN, R. G.; ROBINSON, K.; ASGARI, S.; MITTER, N. Current scenario of RNAi-based hemipteran control. **Peste Management Science**, v. 77, p. 2188-2196, 2020. <https://doi.org/10.1002/ps.6153>.
- JENKINS, N. E.; GRZYWACZ, D. Quality control of fungal and viral biocontrol agents: assurance of product performance. **Biocontrol Science and Technology**, v. 10, p. 753–777, 2000.
- JENKINS, N. E.; HEVIEFO, G.; LANGEWALD, J.; CHERRY, A. J.; LOMER, C. J. Development of mass production technology for aerial conidia for use as mycopesticides. **Biocontrol News and Information**, v. 19, p. 21N-31N, 1998.
- KUMAR, C. S.; RAO, G. V. R.; SIREESHA, K.; KUMAR, P. L. Isolation and Characterization of Baculovirus from Three Major Lepidopteran Pests in the Semi-Arid Tropics of India. **Indian Journal of Virology**, v. 22, n. 1, p. 29-36, 2011.
- KUMARI, S.; DHANDA, S.; DUMRA, N. Insect pathogenic virus: identification, classification, mode of action and their use in pest management. In: GHONEIM, K. **Advances in Agricultural Entomology**, AkiNik Publications, v. 13, p. 69-82, 2021.
- MACHADO, E. B. Controle de *Condylorrhiza vestigialis* (Guenée, 1854) (Lepidoptera: Crambidae), a mariposa do álamo, com o uso de *C. vestigialis* multiplenucleopolyhedrovirus em condições de laboratório e campo. Departamento de Ciências Agrárias, UFPR, Paraná. pp.124, 2006.
- MACIEL, R. M. A.; AMARO, J. T.; COLOMBO, F. C.; NEVES, P. M. O.; BUENO, A. F. Mixture compatibility of *Anticarsia gemmatalis* nucleopolyhedrovirus (AgMNPV) with pesticides used in soybean. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 52, n. 2, p. 1-8, 2022.
- MAPA (2021). **Filas de registro de agrotóxicos**. Disponível em <https://www.gov.br/agricultura/ptbr/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/filas-de-registro-de-agrotoxicos>. Acesso em 29 ago.2022.
- MARTÍNEZ-SOLÍS, M.; HERRERO, S.; TARGOVNIK, A. M. Engineering of the baculovirus expression system for optimized protein production. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 103, p. 113–123, 2019. <https://doi.org/10.1007/s00253-018-9474-7>
- MATRANGOLO, W. J. R. Interação de agentes naturais no controle de populacional de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) em milho. Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2003. **Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais**, 120f, 2003.
- MOSCARDI, F. Utilização de vírus entomopatogênicos em campo. **Controle microbiano de insetos**, v. 2, p. 509-539, 1998.
- MOSCARDI, F. Assessment of the application of baculoviruses for control of Lepidoptera. **Annual Review of Entomology**, v.44, n.1, p.257–289, 1999.
- MOSCARDI, F.; SOUZA, M. L. D.; CASTRO, M. E. B. D.; MOSCARDI, M. L.; SZEWCZYK, B. Baculovirus pesticides: present state and future perspectives. In: **Microbes and microbial technology**. Springer, p. 415-445. 2011.
- MURPHY, F. A.; FAUQUET, C. M.; BISHOP, D. H. L.; GHABRIAL, S. A.; JARVIS, A. W.; MARTELLI, G. P.; Mayo, M. A. *Virus Taxonomy: Classification and Nomenclature of Virus*. Springer, Berlin, 421 p., 1995.

MURRAY, D. A. H.; MONSOUR, C. J.; TEAKLE, R. E.; RYNNE, K. P.; BEAN, J. A. Interactions between nuclear polyhedrosis virus and three larval parasitoids of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). **Australian Journal of Entomology**, v. 34, n. 4, p. 319-322, 1995.

NEPOMUCENO, A.L. **Bioinsumos na cultura da soja**. DF: EMBRAPA, 550 p., 2022.

NIU, J.; TANING, C. N. T.; CHRISTIAENS, O.; SMAGGHE, G.; WANG, J. J. Rethink RNAi in insect pest control: challenges and perspectives. Cp 1. **Advances in Insect Physiology**, Academic Press, v. 55, p. 1-17, 2018.

O'REILLY, D. R.; MILLER L. K.; LUCKOW, V. A. **Luckov baculovirus expression vectors: a laboratory manual**. Oxford University Press, 347 p., 1994.

PARRA, J. R. P. Biological control in Brazil: an overview. **Scientia Agricola**, v. 71, n. 5, p. 345-355, 2014.

PEDIGO, L. P.; RICE, M. E. **Entomology and Pest Management**. Long Grove. 2014.

POLANCZYK, R. A.; DO NASCIMENTO, J.; DE FREITAS, M. M.; DO NASCIMENTO, D. D. Manejo de pragas com bactérias entomopatogênicas. c. 21. p. 361. In: MEYER, M.C; DE FREITAS BUENO, A. MAZARO, S. M; DA SILVA, J.C. **Bioinsumos na cultura da soja**. EMBRAPA, 550 p., 2022.

QUINTANA, G.; SALVADOR, R. Virus entomopatogênicos. In: POLAK, L. A.; LECUONA, R. E.; LOPEZ, S. N. **Control biológico de plagas en horticultura: experiencias argentinas de las últimas tres décadas**. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ediciones INTA, Cap. 9, p. 226-248, 2020.

RAVENSBERG, W. J. **A roadmap to the successful development and commercialization of microbial pest control products for control of Arthropods**. Dordrecht: Springer, 386 p., 2011.

RIBEIRO, B.M.; SOUZA, M.L. Taxonomia, caracterização molecular e bioquímica de vírus de insetos. In: ALVES, S. B. (Ed.). **Controle Microbiano de Insetos**, p. 481-507, 1998.

RUIZ, M. L. H.; NAVARRO, N. G. V.; ALVARADO, J. H.; ARELLANO, D. A.; GARCÍA, L. F. G.; CASTRO, M. C. R. Estudio de agentes de control biológicos virales y bacterianos hacia plagas agrícolas. **Jóvenes en la Ciencia**, XXVI Verano de la ciencia, v. 10, p. 1-8, 2021.

SANCHES, M. M.; GUIMARÃES, G. C.; SIHLER, W.; SOUZA, M. L. Successful co-infection of two different baculovirus species in the same cell line reveals a potential strategy for large in vitro production. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 52, p. 1835–1843, 2021. <https://doi.org/10.1007/s42770-021-00622-z>

SANCHES, M. M.; SIHLER, W.; SILVA, C. E. P.; GUIMARÃES, G. C.; BENITO, N. P.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; SOUZA, M. L. de. Characterization of a *Chrysodeixis includens* nucleopolyhedrovirus isolate from Brazilian cerrado and assessment of its co-infection with *Anticarsia gemmatalis* multiple nucleopolyhedrovirus. **Agriculture, Agribusiness and Biotechnology**, v. 62, p. 1-17, 2019.

SCHUMACHER, S. de O.R. Visão geral do patenteamento por tipos de defensivos agrícolas e perfil dos principais defensivos importados no Brasil. **Dissertação**, Programas de Pós-Graduação e Pesquisa, Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI, Rio de Janeiro, 2017.

SILVA, M. T. B. D. Evaluation of formulated Baculovirus anticarsia. **Ciência Rural**, 21(1), 1-11. 1991. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84781991000100001>

SIMONATO, J., GRIGOLLI, J. F. J., DE OLIVEIRA, H. N. Controle biológico de insetos-praga na soja. Embrapa Agropecuária Oeste-Capítulo em livro científico (**ALICE**), 2014.

SOSA-GÓMEZ, D. R.; Morgado, F. S.; Corrêa, R. F. T.; Silva, L. A.; Ardisson-Araújo, D. M. P.; Rodrigues, B. M. P.; Oliveira, E. E.; Aguiar, R. W. S.; Ribeiro, B. M. Entomopathogenic viruses in the neotropics: current status and recently discovered species. **Neotropical entomology**, v. 49, p. 315–331, 2020.

SOUSA, W. B.; SILVA, K. S.; FREITAS, M. S.; OKURA, M. H.; VALICENTE, F. H. Comportamento do *Baculovirus spodoptera* submetido a diferentes soluções de pH. **Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Inovação**, v. 3, n. 1, p. 48-52, 2018. <https://doi.org/10.18554/rbcti.v3i1.1117>

SRINIVASA, M.; JAGADEESH BABU, C.; ANITHA, C.; GIRISH, G. Laboratory evaluation of available commercial formulations of HaNPV Against *Helicoverpa armigera* (Hub.). **Journal of Biopesticides**, v. 1(2), p. 138-139, 2008.

SUKIRNO, S.; TUFAIL, M.; RASOOL, K. G. E. L.; SALAMOUNY, S.; SUTANTO, K. D.; ALDAWOOD, A. S. The efficacy and persistence of *Spodoptera littoralis* nucleopolyhedrovirus (SpliMNPV) applied in uv protectants against the beet armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) under saudi field conditions. **Pakistan Journal of Zoology**, v. 50, n. 5, p. 1895-1902, 2018. <https://doi.org/2018.0030-9923/2018/0005-1895>

TAZZO, I. F.; HELDWEIN, A. B.; STRECK, L.; TRENTIN, G.; GRIMM, E. L.; MAASS, G. F.; MALDANER, I. C. Variação vertical da temperatura do ar no dossel de plantas de batata. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande – PB, v. 12, n. 5, p. 486-492, 2008.

THOMPSON, C. G.; SCOTT, D. W.; WICKMAN, B. E. Long-term persistence of the nuclear polyhedrosis virus of the Douglas-fir tussock moth, *Orgyia pseudotsugata* (Lepidoptera: Lymantriidae). **Forest soil. Environ. Entomol.**, v. 10, p. 254–255, 1981.

VALICENTE, F. H.; CRUZ, I. Controle biológico da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com o baculovírus. **Circular Técnica**, n. 15, 1991.

VALICENTE, F. H.; TUELHER, E. de S.; BARROS, E. C. de. Processo de produção comercial de baculovirus em grande escala. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, **Circular técnica**, 157, p. 5, 2010.

VALICENTE, F. H.; TUELHER, E. S. Controle da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com o *Baculovirus spodoptera*. 14.p. **Circular técnica**, n.114 (Embrapa/Cnpms) - Sete Lagoas, MG. 2009.

VALICENTE, F.H. Entomopathogenic Viruses. In: SOUZA, B., VÁZQUEZ, L., MARUCCI, R. (EDS). **Natural enemies of insect pests in neotropical agroecosystems**. Springer, Chapter 12, p. 137-150, 2019.

VINCENT, C.; ANDERMATT, M.; VALÉRO, J. Madex and VirosoftCP4, viral biopesticides for codling moth control. **Biological control: a global perspective**. p. 336-343, 2007.

WAN, J.; HUANG, C.; LI, C.; ZHOU, H.; REN, Y.; LI, Z.; XING, L.; ZHANG, B.; QIAO, X.; LIU, B.; LIU, C.; XI, Y.; LIU, W.; WANG, W.; QIAN, W.; MCKIRDY, S.; WAN, F. Biology, invasion and management of the agricultural invader: Fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Integrative Agriculture**, v. 20, n. 3, p. 646-663, 2021.