
BIOINSETIGAÇÃO

1
Fernando Hercos Valicente

11.1. INTRODUÇÃO

Entende-se por bioinseticidas ou produtos biológicos microorganismos que controlam os insetos-pragas de uma cultura. A ocorrência desses microorganismos pode ser aumentada artificialmente através de pulverizações no campo. Até o momento, essas pulverizações têm sido feitas basicamente com equipamentos costais ou tratorizados.

Os patógenos mais utilizados como bioinseticidas na agricultura são bactérias, vírus, fungos, protozoários e nematóides. Os bioinseticidas mais usados para o controle de pragas são: *Bacillus thuringiensis*, que é uma bactéria usada principalmente para o controle de lepidópteros, dípteros e coleópteros, dependendo da subespécie usada. Os vírus do gênero *Baculovirus*, que inclui os Vírus da Poliedrose Nuclear (VPN) e os Vírus de Granulose (VG), são mais usados para o controle de pragas-lepidópteros. Os fungos são difundidos em áreas mais úmidas, sendo usados *Nomuraea rileyi*, *Metahrizium anisopliae* e *Beauveria bassiana*. Também fazem parte dos bioinseticidas os protozoários do gênero *Vairimorpha* e nematóides do gênero *Hexameris*.

A aplicação de bioinseticidas através de sistemas de irrigação (bioinsetigação) pode ser considerada um fator importante dentro do Manejo Integrado de Pragas (MIP).

O MIP combina várias técnicas para atingir um nível aceitável de controle de pragas, tendo pouco ou nenhum impacto no meio ambiente. É altamente dependente do monitoramento das pragas no campo e as

¹ Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Pesquisador da EMBRAPA/CNPMS, Cx.P. 151, 35701-970 Sete Lagoas, MG

alternativas são utilizadas quando a população da praga atinge o nível de dano econômico. A grande vantagem do MIP é a utilização dos possíveis controles naturais, evitando qualquer intervenção desnecessária do homem no agroecossistema, dando prioridade ao uso dos produtos biológicos.

Uma das vantagens dos bioinseticidas pulverizados via água de irrigação é que esses agentes de controle podem ser aplicados a qualquer momento, pois os sistemas de irrigação podem ser operados em climas secos ou úmidos e a qualquer hora do dia ou da noite. Dependendo do sistema de irrigação usado, a aplicação do bioinseticida é mais uniforme do que com os sistemas convencionais, deixando praticamente todas as folhas das plantas molhadas. Isto é muito importante porque, no caso de aplicações de vírus e bactérias, os insetos-pragas ingerem as folhas contaminadas com esses patógenos. Para os fungos, isso não é regra geral, já que os mesmos penetram preferencialmente pelos orifícios do corpo do inseto, mas podem causar infecção quando ingeridos via oral. Desse modo, a aplicação desses agentes de controle possibilita economia de mão-de-obra, combustível e tempo.

11.2. FATORES QUE AFETAM O COMPORTAMENTO DOS BIOINSETICIDAS APLICADOS VIA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO

De modo geral, para que os bioinseticidas sejam utilizados no controle de insetos-pragas, devem possuir certas características químicas e biológicas específicas. Além dessas, a temperatura ambiente, a umidade relativa do ar, a concentração do patógeno na formulação do bioinseticida, a radiação ultravioleta e o substrato de aplicação são importantes e podem afetar o desempenho dos bioinseticidas.

11.2.1. Propriedades dos bioinseticidas

Os bioinseticidas mais usados e estudados no controle de pragas e veiculados via de água de irrigação são o *Bacillus thuringiensis* e os *Baculovirus*. O *B. thuringiensis* se caracteriza por formar um cristal protéico durante a esporulação, que é responsável pela ação tóxica do bioinseticida. O produto comercial mais comum à base de *B. thuringiensis* é o Dipel, que pode ser encontrado na formulação pó molhável, sendo muito usada por apresentar baixa ou nenhuma toxicidade para mamíferos.

Os vírus do gênero *Baculovirus* também são específicos no controle de pragas, caracterizando-se por apresentar uma proteína característica para cada espécie, envolvendo o material genético (normalmente DNA). Essa proteína oferece proteção ao *Baculovirus* contra as condições adversas do meio ambiente e a radiação ultravioleta, sendo esse patógeno

capaz de se manter no solo de um ano agrícola para outro. Esses vírus são específicos com relação aos hospedeiros, não causam danos nem desestabilizam o meio ambiente, sendo também atóxicos para os mamíferos e vertebrados de modo geral.

Na aplicação de *Baculovirus* por meio da água de irrigação, deve-se evitar o uso de espalhante adesivo, para que não ocorra uma grande solubilização desse bioinseticida (ver maiores detalhes no capítulo sobre insetigação).

11.2.2. Diluição do bioinseticida

Um dos fatores mais importantes a serem considerados é a diluição que os bioinseticidas sofrem ao serem aplicados via água de irrigação. De modo geral, a quantidade do bioinseticida necessária para manter a mesma concentração em que o produto é pulverizado com equipamentos convencionais é muito grande, inviabilizando, às vezes, o uso do bioinseticida por esse meio. O método de irrigação utilizado é outro fator importante, pois pode influenciar na quantidade de água distribuída em um determinado período de tempo.

Os bioinseticidas podem ser eficientemente aplicados através da água de irrigação por aspersão. Nesse caso, os *Baculovirus* são eficientes no controle da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, quando pulverizados com um aplicador portátil ligado à rede de irrigação (Valicente e Costa, no prelo). Do mesmo modo, LaHue (1990) mostrou a eficiência do *B. thuringiensis* aplicado por meio de irrigação por aspersão nas culturas de repolho e couve-flor. Entretanto, alguns patógenos não apresentam eficiência quando aplicados através de pivô central, como é o caso do *B. thuringiensis*, descrito por Nolting e Poston (1982). Esses pesquisadores testaram o uso desse patógeno através de pivô central, para o controle de *Diatraea gradiosella* e *Ostrinia nubilalis* e concluíram que o custo do patógeno, aliado à baixa eficácia em grandes quantidades de água, torna o controle dessas pragas inviável nesse sistema de irrigação.

11.2.3. Radiação ultravioleta

A radiação solar, em particular o espectro ultravioleta (UV), é um dos principais fatores que podem desativar os bioinseticidas no campo, por causa da ação germicida. Valicente e Cruz (1992) constataram que o *Baculovirus spodoptera*, quando exposto tanto por 15 ou 30 minutos à radiação UV, em laboratório, teve sua ação reduzida a zero, indicando uma inativação total do vírus. McLeod et al. (1977) detectaram que a inativação do *Baculovirus heliothis* pela radiação UV foi diretamente proporcional ao tempo de exposição, chegando a atingir 84% de perda de atividade. Os

vírus não expostos à radiação UV não mostraram reduções significativas na perda de atividade. Ignoffo et al. (1977) mostraram a desativação de quatro patógenos quando expostos à radiação UV. Em geral, os vírus foram menos estáveis que o *B. thuringiensis* e o fungo *N. rileyi*, sendo o protozoário *V. necatrix* mais estável que o vírus de granulose. O *B. thuringiensis* também é inativado quando exposto à radiação UV por 10 minutos, em quase 100% dos esporos (Cantwell e Franklin, citados por Alves 1986).

Dependendo da intensidade da radiação solar, pode ocorrer uma perda drástica de viabilidade dos patógenos em um único dia (Ali e Sikorowski 1986). Esses autores constataram uma perda de infectividade de 91% do vírus, aplicado na cultura do algodão, quando exposto no campo por oito horas consecutivas. Essa perda de infectividade é confirmada por Valicente e Guimarães (1992, dados não publicados) em que a perda de viabilidade do *Baculovirus spodoptera* foi de 50%, 83% e 90%, respectivamente, nos três primeiros dias após a pulverização no campo.

Ignoffo et al. (1976 a) testaram formulações para proteção do *B. heliothis* contra a radiação solar. Com o uso dessas formulações, esse patógeno foi de 10% a 45% mais ativo, mostrando um aumento na persistência do bioinseticida de duas a cinco vezes, sob condições simuladas e luz natural. No campo, essa proteção refletiu na produção final de grãos. Ignoffo et al. (1976 b) desenvolveram um adjuvante para fornecer proteção ao *B. heliothis* contra a luz solar, retardando a evaporação da água na mistura com o patógeno. Formulações com o adjuvante foram mais estáveis em condições de luz solar simulada do que as sem adjuvantes. Cerca de 50% da água foi perdida de uma mistura de água mais vírus mais adjuvante, e 80% da água foi perdida de uma mistura de água mais vírus.

Diante do dano que a radiação UV pode causar aos bioinseticidas, a grande vantagem de aplicá-los por meio de água de irrigação é que a aplicação pode ser realizada a qualquer hora, preferencialmente durante a noite, no caso de regiões mais quentes ou secas. Desse modo, evita-se a aplicação nos períodos de maior incidência da radiação UV (das 10 às 15 horas).

11.2.4. Folhagem

A folhagem é um substrato muito importante no caso do *Baculovirus* e do *B. thuringiensis*, já que os insetos ingerem as folhas pulverizadas com esses produtos biológicos. Algumas culturas apresentam vantagens quando pulverizadas através da quimigaçã, por causa da arquitetura da planta, como é o caso do repolho, cujas folhas são curvas e expõem a parte inferior, onde as larvas se alimentam, ficando fácil serem atingidas quando

pulverizadas com *B. thuringiensis* (La Hue 1990). Pinnock et al. (1971, 1974, 1975, citados por Alves 1986) pulverizaram esporos de *B. thuringiensis* sobre quatro diferentes espécies de vegetais e observaram que a persistência e a viabilidade foram variáveis, o que pode ter ocorrido devido às diferentes características físicas e químicas da superfície das folhas.

11.2.5. Temperatura

11.2.5.1. Temperatura de armazenamento

De modo geral, os inseticidas biológicos devem ser conservados em baixas temperaturas, sendo melhor para alguns o congelamento (-20°C), outros em temperaturas de geladeira (4°C) e, ainda, congelamento em nitrogênio líquido. Para o *B. thuringiensis*, a conservação deve ser feita em baixas temperaturas, sem a presença da luz solar, em meio de cultura coberto com óleo mineral. A melhor alternativa para o *B. thuringiensis* é a liofilização, após a multiplicação dessa bactéria em meio líquido. Os produtos disponíveis no mercado estão na formulação de pó molhável. Os *Baculovirus*, por exemplo, devem ser conservados em baixas temperaturas, sempre que possível, a -20°C . Podem ser conservados em temperatura ambiente, depois de liofilizados ou depois de secados e formulados em pó. O *B. spodoptera* manteve-se ativo por um período de dois anos, para o controle da lagarta-do-cartucho do milho, *Spodoptera frugiperda*, causando uma mortalidade de 85% (Valicente e Cruz 1993). Esses resultados mostraram as vantagens das formulações e da conservação em meio ambiente. Já o *Baculovirus* resultante da maceração de larvas infectadas, coadas e conservado em temperatura ambiente, por um período de 22 dias, teve sua eficiência reduzida, causando mortalidade em apenas 50% das larvas sadias (Valicente e Cruz 1993).

Valicente e Cruz (1989) demonstraram que o *B. spodoptera*, mantido em estufa por duas horas, sob temperatura de 45 e 50°C , não reduziu sua infectividade contra a *S. frugiperda*. Ali e Sikorowski (1986) confirmam esses resultados, não obtendo redução da infectividade de um vírus quando incubado a 33°C por duas horas. Entretanto, Harpaz e Raccah (1978) relatam a inativação de um VPN de *S. littoralis* quando exposto por dez minutos a 90°C .

11.2.5.2. Temperatura de desenvolvimento da doença

De modo geral, se a temperatura ambiente for baixa (10 a 15°C), o tempo de desenvolvimento da doença será prolongado. Valicente e Cruz (1992) relatam que quando larvas de *S. frugiperda* foram infectadas com *B. spodoptera* e incubadas a 15°C , o tempo letal médio foi de doze dias,

sendo que larvas na mesma condição, incubadas a 26°C, tiveram o tempo letal médio de seis dias. Entretanto, Kobayashi et al. (1981) mostraram que pupas de *Bombyx mori* inoculadas com VPN, em altas temperaturas (35°C), sobreviveram mais do que pupas inoculadas com VPN e incubadas a 25°C. Eles relatam que a infecção viral pode ser inibida em pupas quando submetidas a altas temperaturas, mas que a eliminação do vírus do corpo do inseto, durante a infecção, não é completa nessa situação.

11.2.6. Umidade

A Umidade Relativa (UR) do ar é muito importante na fase de germinação e colonização dos patógenos, em especial para os fungos e bactérias entomopatogênicos. Em geral, as doenças causadas por fungos ocorrem quando a Umidade Relativa é alta (>75%) e, nesse caso, tanto a chuva como a água de irrigação podem servir como fatores importantes na manutenção da umidade relativa e como disseminadores dos fungos e de outros patógenos. A arquitetura e a forma das folhas de uma cultura podem favorecer uma alta umidade relativa, como ocorre dentro do cartucho da planta de milho. Para os vírus, a importância da umidade é menor do que para fungos e bactérias.

As chuvas não têm capacidade de reduzir a atividade viral, em pulverizações no campo. David e Gardiner (1966) concluíram que uma chuva artificial de cinco horas de duração sobre o vírus de granulose, em folhas de repolho, praticamente não diminui a atividade desse patógeno. Esses resultados foram confirmados por Tuan et al. (1989), os quais relatam que uma chuva artificial de 242 mm/hora, por 30 minutos, não lavou o VPN da *Heliothis armigera*, concluindo que esse patógeno pode ser adesivo ao cabelo do milho, mesmo sob chuva intensa.

11.3. MÉTODOS DE APLICAÇÃO DOS BIOINSETICIDAS VIA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO

Os métodos mais usados na veiculação de bioinseticidas via água de irrigação são: aspersão convencional, pivô central, e aspersão sob copa. Tanto para o *B. thuringiensis* como para os *Baculovirus*, os resultados são mais promissores através da aplicação por aspersão convencional (Valicente e Costa, no prelo; Chalfant e Young 1984) do que as aplicações dos bioinseticidas através do pivô central (Nolting e Poston 1982). Resultados obtidos com cada método serão relatados a seguir.

11.3.1. Irrigação por aspersão

Segundo Valicente e Costa (1994), o controle da *S. frugiperda* com *Baculovirus*, utilizando aplicador portátil, é eficiente. Mantendo-se a mesma

dose do *B. spodoptera* para as três lâminas de água usadas, 3, 5 e 7 mm, não houve diferença significativa entre as mortalidades das larvas, que foram de 77,5, 78,9 e 78,8%, respectivamente. Resultados complementares comprovam que, com a mesma lâmina de água, 6 mm, a mortalidade foi proporcional às doses do *B. spodoptera* usadas, chegando a dose mais alta a causar mortalidade de até 90,7% (Tabela 11.1). Outro fator importante foi a presença constante de parasitóides nas áreas irrigadas com o *Baculovirus*, chegando a atingir picos de 60% de mortalidade das larvas amostradas.

Hamm e Young (1985) relatam a eficiência de um *Baculovirus* aplicado via água de irrigação por aspersão no controle da lagarta-da-espiga, *H. zea*, e da lagarta-do-cartucho, *S. frugiperda*. Eles concluíram que o *Baculovirus* pode ser efetivamente aplicado via água de irrigação e que aumenta a taxa de infecção das lagartas pelo vírus. A formulação do patógeno não foi muito satisfatória e eles sugerem incorporar um protetor contra a radiação ultravioleta e/ou um estimulador de apetite para as larvas. Hamm e Hare (1982) aplicaram quatro patógenos para o controle da *S. frugiperda* e *H. zea*, através de irrigação por aspersão. Foram aplicados o fungo *N. rileyi*, duas espécies de protozoários, *Vairimorpha* sp e *V. heterosporum*, e um VPN da lagarta do cartucho. Todos os patógenos produziram infecção. Elcar, que é um produto comercial à base de vírus (*Baculovirus*) para o controle da lagarta-da-espiga, também provocou infecção quando aplicado em irrigação por aspersão, mas o uso de dois adjuvantes não aumentou a eficiência do *Baculovirus*. Outro fator importante foi a presença de parasitóides, chegando a atingir picos de 25% de mortalidade nas lagartas amostradas.

TABELA 11.1. Mortalidade da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, pulverizada com *Baculovirus spodoptera*, em uma formulação pó molhável, via água de irrigação, com lâmina de 6 mm, usando um aplicador portátil. EMBRAPA/ CNPMS, 1992/93.

Dose do <i>Baculovirus</i> (poliedros/ha)	Larvas mortas por <i>Baculovirus</i> (%) ¹	Eficiência (%) ²
2 x 10 ¹¹	62,63 b	48,70
10 x 10 ¹¹	90,67 a	87,19
2 x 10 ¹²	89,36 a	85,39
Test. (somente água)	27,15 c	-

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente ao nível de 5%, pelo teste de Duncan.

²Eficiência determinada pela fórmula de ABBOTT

Fonte: Valicente e Costa, no prelo.

McLaughlin e Vidrine (1984) controlaram mosquitos, *Psorophora columbiaea*, em culturas de arroz irrigado, utilizando *B. thuringiensis* sorotipo H-14, através de um tipo de irrigação por aspersão denominado "point-source introduction system". A mortalidade de larvas de mosquitos chegou a 85%, apesar da dificuldade de trabalho nas áreas inundadas. Os autores afirmam que é recomendável o uso do *B. thuringiensis*, através de quimigação, no controle de mosquitos nesses habitats.

11.3.2. Pivô central

A aplicação de bioinseticidas via pivô central é o método mais limitado, pela grande quantidade de água liberada durante a irrigação, tornando a concentração do bioinseticida muito baixa. Na maioria dos casos, é recomendado adicionar grandes quantidades do patógeno, o que pode ser inviabilizado pelo alto custo do mesmo, dependendo do processo de produção.

Nolting e Poston (1982) aplicaram *B. thuringiensis* através de pivô central, para o controle da *Diatraea grandiosella* e *Ostrinia nubilalis*. Houve redução na densidade larval, porém insuficiente para garantir o uso comercial. O maior problema foi a grande quantidade de água usada pelo pivô e a baixa concentração do produto biológico. Não foi possível aumentar a concentração do *B. thuringiensis* pelo decréscimo da quantidade de água, o que acarretou várias aplicações e o encarecimento do processo. Do mesmo modo, Herzog e Martin (1990) compararam duas formulações de *B. thuringiensis* (concentrado emulsionável e não-emulsionável), aplicadas através de pivô central, para o controle da lagarta-do-fumo, *H. virescens*. Os resultados desse trabalho preliminar sugerem que mais aplicações de *B. thuringiensis* através de pivô central são necessárias, sendo que o controle com concentrado emulsionável foi satisfatório na redução do número de lagartas.

Chalfant e Young (1984) compararam a aplicação do *B. thuringiensis* (Dipel) com irrigação por aspersão e aplicação convencional, em couve. Apesar de o *B. thuringiensis* provocar somente de 26 a 38% de mortalidade em duas taxas de aplicação, por aspersão, o controle não foi significativamente diferente do convencional, utilizando aplicador comum. LaHue (1990) relata eficiente controle de insetos em repolho e controle moderado em brócoli e couve-flor, com o uso do *B. thuringiensis*, através de irrigação por aspersão. Porém, em alguns casos houve necessidade de várias aplicações do produto biológico em intervalos mais curtos, ou uma única aplicação de um inseticida químico antes da colheita.

O uso de bioinseticidas misturados com produtos químicos vem-se tornando uma realidade, pelo método convencional, devido à facilidade e

economia de tempo e pessoal, mas resultados da mistura desses dois tipos de agentes de controle via água de irrigação ainda não são disponíveis.

A quimigação através do uso de bioinseticidas é uma área de pesquisa a ser explorada e carente de resultados. As facilidades que a quimigação oferece não podem ser ignoradas; devem ser aliadas à aplicação dos bioinseticidas e estes, sempre integrados ao MIP em uma cultura. Desse modo, resultará em economia de mão-de-obra e segurança na hora da aplicação.

11.3.3. Aspersão sob copa

Lyle e Archer (1988), testaram, para o controle de ácaros na cultura do milho, um novo inseticida à base de *B. thuringiensis*, que possui ação contra adultos e ninfas de ácaros, aplicado através de irrigação sob copa. A aplicação desse bioinseticida mostrou eficiência similar à do azodrin, causando mortalidade de até 98% dos ácaros, desde que os insetos ingerissem o princípio ativo pulverizado nas folhas. Esses mesmos pesquisadores testaram o controle de "Southwestern corn borer" (SWCB) com o bioinseticida Dipel (*B. thuringiensis*), aplicado através de irrigação sob copa. Os resultados mostraram que as plantas irrigadas com o Dipel sofreram menor ataque e foram menos perfuradas do que as plantas testemunhas, reduzindo inclusive o número de larvas vivas encontradas por planta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALI, S.; SIKOROWSKI, P.P. Effects of sunlight, cotton foliage surface, and temperature on the infectivity of cytoplasmic polyhedrosis virus to *Heliothis virescens* larvae (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Economic Entomology**, v.79, p. 364-367, 1986.
- ALVES, S.B. **Controle microbiano de insetos**. São Paulo: Manole, 1986. 407p.
- CANTWELL, G.E.; FRANKLIN, B.A. Inactivation by irradiation of spores of *Bacillus thuringiensis* var. *thuringiensis*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v.8, p. 256-258, 1966.
- CHALFANT, R.B.; YOUNG, J.R. Vegetables: Control of the cowpea curculio, tomato fruitworm and cabbage looper on southern pea, tomato and collards, respectively, by chemigation of insecticides (insectigation). In: NATIONAL ENTOMOLOGICAL SOCIETY MEETING, Conference: Chemigation of Insecticides as an Application Technique for Insect Control, San Antonio, TX. **Proceedings ...** Tifton, Georgia: USDA, 1984. p.13-17.

- DAVID, W.A.L. e GARDINER, B.O.C. Persistence of granulosis virus of *Pieris brassicae* on cabbage leaves . New York: **Journal of Invertebrate Pathology**, v.8. p. 130-133, 1966.
- KOBAYASHI, M., INAGAKI. S.; KAWASE. S. Effect of high temperature on the development of nuclear polyhedrosis virus in the silkworm, *Bombix mori*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 38, p. 386-394. 1981.
- HAMM, J.J. e YOUNG, J.R. Entomopathogation: application through the irrigation system of micro-organisms that are pathogenic to insects. In: NATIONAL SYMPOSIUM OF CHEMIGATION, 3. Tifton, GA, 1985. **Proceedings ...** Tifton: University Georgia, p. 144-152.
- HAMM, J.J.; HARE, W.W. Application of entomopathogens in irrigation water for control of fall armyworms and corn earworms (Lepidoptera: Noctuidae) on corn. **Journal of Economic Entomology**, v.75, p. 1074-1079, 1982.
- HARPAZ, I.; RACCAH. B. Nucleopolyhedrosis virus (NPV) of the Egyptian Cottonworm *Spodoptera littoralis* (Lepidoptera, Noctuidae): Temperature and pH relations, host range, and synergism. **Journal of Invertebrate Pathology**, v.32, p. 368-372. 1972.
- HERZOG, G.A.; MARTIN, W.D. Effects of centre-pivot applied *Bacillus thuringiensis* for the control of tobacco budworm *Heliothis virescens*. Multiple Cropping Around Tobacco Final Project Report. Tifton: University of Georgia, Coastal Plain Experiment Station, 1990. p.71.
- IGNOFFO, C.M.; HOSTESSER, D.L.; PINELL, R.E. Stability of *Bacillus thuringiensis* and *Baculovirus heliothis* on soybean foliage. **Environmental Entomology**, v.3, p. 117-119, 1974.
- IGNOFFO, C.M.; YERIAN, W.C.; YOUNG, S.Y.; HOSTETTER. D.L.; D.L. BULL. Laboratory and field persistence of new commercial formulations of the *Heliothis* nucleopolyhedrosis virus, *Baculovirus heliothis*. **Journal of Economic Entomology**, v. 69, p. 233-236, 1976a.
- IGNOFFO, C.M.; HOSTETTER, D.L.; SMITH, D.B. Gustatory stimulant, sunlight protectant, evaporation retardant: three characteristics of a microbial insecticidal adjuvant. **Journal of Economic Entomology**, v.69, p. 207-210, 1976b.
- IGNOFFO, C.M.; HOSTETTER, D.L.; SIKOROWSKI, P.P.; SUTTER, G.; BROOKS, W.M. Inactivation of representative species of entomopathogenic viruses, a bacterium, fungus, and protozoan by an ultraviolet light source. **Environmental Entomology**, v. 6, p. 411-415, 1977.

- LaHUE, S.S. Insect pest management in multiple cropping. Multiple Cropping Around Tobacco Project Final Report. Tifton: University of Georgia - Coastal Plain Experiment Station, 1990. p. 41-46.
- LYLE, W. M.; ARCHER, T. L. **In canopy chemigation for increased efficiency.** St. Joseph: ASAE, 1988. (Paper - 88.2131).
- MCLAUGHLIN, R.E.; VIDRINE, M.F. Point-source introduction system for control of *Psoropora columbiae* (Diptera: Culicidae) by *Bacillus thuringiensis* serotype H-14: Results of large-area operational test. **Environmental Entomology**, v.13, p. 366-370, 1984.
- MCLEOD, P.J.; YERIAN, W.C.; YOUNG III, S.Y. Inactivation of *Baculovirus heliothis* by ultraviolet irradiation, dew, and temperature. **Journal of Invertebrate Pathology**, v.30, p. 237-241, 1977.
- NOLTING, S.P.; POSTON, F.L. Application of *Bacillus thuringiensis* through center-pivot irrigation systems for control of the Southwestern corn borer and European corn borer (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Economic Entomology**, v.75, 1069-1073, 1982.
- TUAN, S.J.; TANG, L.C.; HOU, R.F. Factors affecting pathogenicity of NPV preparations to the corn earworm, *Heliothis armigera*. **Entomophaga**, v.34, p. 541-549, 1989.
- VALICENTE, F.H.; CRUZ, I. Efeito da temperatura sobre a viabilidade do vírus da poliedrose nuclear na mortalidade da *Spodoptera frugiperda*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 12, Belo Horizonte, MG, 1989. **Resumos ... Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1989. p.234.**
- VALICENTE, F.H.; COSTA, E.F. Controle da lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com o *Baculovirus spodoptera*, aplicado através de água de irrigação. **Anais da Sociedade Entomológica. no prelo.**
- VALICENTE, F.H.; CRUZ, I. Efeito do tempo de armazenamento do *Baculovirus spodoptera* na mortalidade da lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda*. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 19, Porto Alegre, RS, 1992. **Resumos...** Porto Alegre: SAA/SCT/ ABMS/EMATER-RS/EMBRAPA-CNPMS/ CIENTEC, 1992. p. 73.
- VALICENTE, F. H. e CRUZ, I. Efeito do tempo de armazenamento em temperatura ambiente sobre o *Baculovirus spodoptera* na mortalidade da lagarta do cartucho, *Spodoptera frugiperda*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 14, Piracicaba, SP, 1993. **Resumos ... Piracicaba: FEALQ, 1993. p.69.**

VALICENTE, F.H.; CRUZ, I. Efeito de diferentes temperaturas sobre a infectividade da lagarta do cartucho do milho com *Baculovirus spodoptera*. **Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo 1988-1991**, Sete Lagoas, MG, v.5, p. 68, 1992.

VALICENTE, F.H.; CRUZ, I. Efeito da radiação ultra-violeta na esterelização do *Baculovirus spodoptera*. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 19, Porto Alegre, RS, 1992. **Resumos...** Porto Alegre: SAA/SCT/ ABMS/EMATER-RS/EMBRAPA-CNPMS/CIENTEC, 1992. p.73.