

SUSCETIBILIDADE DE *SPODOPTERA FRUGIPERDA* A ISOLADOS GEOGRÁFICOS DE UM VÍRUS DE POLIEDROSE NUCLEAR¹

SÉRGIO ARCE GOMEZ², FLÁVIO MOSCARDI³ e DANIEL RICARDO SOSA-GÓMEZ⁴

RESUMO - O presente trabalho objetivou verificar a suscetibilidade de larvas de segundo ínstar de *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) a sete isolados geográficos de um vírus de poliedrose nuclear (VPN), conduzindo-se sete bioensaios no Laboratório de Patologia de Insetos da Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Londrina. Para cada isolado preparou-se dieta artificial contendo 0, 2×10^3 , 4×10^3 , 8×10^3 , 16×10^3 , 32×10^3 e 64×10^3 corpos poliédricos de inclusão (CPI)/mL. Cada dose foi oferecida às larvas em copos de plástico de 50 mL, sob condições controladas (temperatura: $26 \pm 2^\circ\text{C}$; umidade relativa: $60 \pm 10\%$; fotofase: 14 horas). A análise (Probits) realizada sobre o somatório de larvas mortas (contadas, diariamente, do quinto ao décimo quarto dia após a inoculação) mostrou, com base na ausência de sobreposição das amplitudes dos intervalos de confiança das concentrações letais médias (CL_{50}), que: o isolado de Sertaneja, PR (5.631 CPI/mL), foi o mais virulento; o da Guatemala (11.520 CPI/mL) equivaliu aos de Ponta Grossa, PR (14.184 CPI/mL), Argentina (15.891 CPI/mL) e Alabama, EUA (17.558 CPI/mL), mas foi superior aos isolados de Louisiana, EUA (19.325 CPI/mL) e Sete Lagoas, MG (25.310 CPI/mL). A variação do tempo letal médio, de 8,3 a 10 dias, não foi significativa em relação aos isolados.

Termos para indexação: Lepidoptera, Noctuidae, lagarta-do-cartucho-do-milho, larvas de segundo ínstar, bioensaios, baculovírus, VPN, virulência.

SPODOPTERA FRUGIPERDA SUSCEPTIBILITY TO NUCLEAR POLYHEDROSIS VIRUS GEOGRAPHICAL ISOLATES

ABSTRACT - In order to verify the *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) second instar larvae susceptibility to seven nuclear polyhedrosis virus (NPV) geographical isolates, seven bioassays were carried out at Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Soja, Insect Pathology Laboratory, Londrina, Paraná State, Brazil. Artificial diet containing 0 (control), 2×10^3 , 4×10^3 , 8×10^3 , 16×10^3 , 32×10^3 , and 64×10^3 polyhedral inclusion bodies (PIB)/mL was prepared for each virus isolate; each dose was offered, in 50 mL plastic cups to the larvae under controlled conditions (temperature $26 \pm 2^\circ\text{C}$; relative humidity: $60 \pm 10\%$ and photophase: 14 hours). The statistical analysis (Probits) was made on the total of dead larvae (daily scored from the fifth up to 14th day after the inoculations). It was determined on base of non-overlapping of the 95% fiducial limits of the mean lethal concentrations (LC_{50}) that the isolate from Sertaneja, PR, was the most virulent (5,631 PIB/mL). The ones from Guatemala (11,520 PIB/mL), Ponta Grossa, PR (14,184 PIB/mL), Argentina (15,891 PIB/mL) and Alabama, USA (17,558 PIB/mL) were similar, but the Guatemala's isolate was superior to those from Louisiana, USA (19,325 PIB/mL) and Sete Lagoas, MG (25,310 PIB/mL). There were no significant differences among isolates, regarding the mean lethal time (LT_{50}): 8.3 to 10 days.

Index terms: Lepidoptera, Noctuidae, fall armyworm, second instar larvae, bioassays, NPV, baculovirus, virulence.

¹ Aceito para publicação em 2 de dezembro de 1998.

Extraído da Tese de Doutorado apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal do Paraná.

² Eng. Agr., Dr., Embrapa-Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste (CPAO), Caixa Postal 661, CEP 79804-970 Dourados, MS. E-mail: sergio@cpao.embrapa.br

³ Eng. Agr., Ph.D., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Soja (CNPSo), Caixa Postal 231, CEP 86001-970 Londrina, PR. E-mail: moscardi@cnpso.embrapa.br

⁴ Eng. Agr., Dr., Embrapa-CNPSo. E-mail: sosa@cnpso.embrapa.br

INTRODUÇÃO

Embora a lagarta-do-cartucho-do-milho, *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) possa alimentar-se de várias espécies vegetais, os seus hospedeiros preferidos são: milho, amendoim, sorgo e capim-bermuda (Sparks, 1979). No entanto, na ausência das

plantas preferenciais, pode atacar a cultura da soja (Lunginbill, 1928). Trata-se de uma espécie de origem tropical-subtropical do hemisfério Oeste, abrangendo a maior parte do continente americano, incluindo as ilhas do Caribe (Lunginbill, 1928; Sparks, 1979).

Estima-se que, nos EUA, a perda média anual causada pelo inseto seja da ordem de 300 milhões de dólares, e nos anos 1975-77, provavelmente, excedeu a 500 milhões de dólares (Mitchell, 1979). No Brasil, *S. frugiperda* ataca amendoim, algodão e diversas gramíneas cultivadas (Nakano et al., 1981), incluindo o trigo, em que é considerada a principal desfolhadora nas lavouras situadas ao norte da latitude 24° S (Reunião..., 1995) e de cujas plantas consome cerca de 131,5 cm² de área foliar para completar a sua fase larval (Salvadori & Rumiatto, 1982). Ainda no Brasil, Carvalho (1970) citou que essa espécie pode causar prejuízo de até 34% na cultura do milho e, conforme Moscardi & Kastelic (1985), também pode atacar a cultura da soja.

Entre os agentes de controle biológico de *S. frugiperda*, a ocorrência de um vírus de poliedrose nuclear (VPN) tem sido citada freqüentemente na maior parte da área de distribuição de seu hospedeiro: EUA, Colômbia, Venezuela, México, Equador, Porto Rico e Brasil (Kuno, 1979; Agudelo et al., 1983; Moscardi & Kastelic, 1985; Fuxa, 1987; Richter et al., 1987; Shapiro et al., 1991; Valicente & Cruz, 1991). A ampla abrangência geográfica de sua ocorrência, aliada ao fato de Loh et al. (1982) terem distinguido isolados do patógeno, mediante a análise com endonucleases de restrição, levou Fuxa (1987) a acreditar na existência de isolados geográficos de VPN de *S. frugiperda* geneticamente distintos. Ele verificou que a virulência de isolados geográficos do VPN ao seu hospedeiro foi inversamente proporcional à distância entre os locais de origem de ambos (Fuxa, 1987). O oposto foi encontrado por Ossowski (1958, 1960), em relação à reação de *Kutochalia junodi* (Heylaerts) a isolados geográficos de seu VPN. Esse autor considerou que isso ocorreu, provavelmente, em virtude da aquisição de resistência pelo inseto local ao seu vírus nativo, ao passo que Burges (1971) aventou a possibilidade de ter ocorrido perda de virulência do

patógeno ao seu hospedeiro autóctone. Isolados geográficos de VPN de outras espécies de insetos também têm mostrado diferenças de virulência em relação a determinadas populações de seus hospedeiros. Isto foi verificado com relação a *Helicoverpa* (= *Heliothis*) *zea* (Bod.) (Shapiro & Ignoffo, 1970), *Lymantria dispar* L. (Vasiljevic' & Injac, 1973; Shapiro et al., 1984). Shapiro et al. (1991) encontraram, tal como já havia sido verificado por Loh et al. (1982), com base na análise de restrição com endonucleases, onze isolados de VPN de *S. frugiperda*, geneticamente distintos, em campos da Louisiana (EUA). Encontraram, também, diferenças genéticas entre isolados coletados no mesmo campo, ao passo que Shapiro & Robertson (1991) registraram, com base na virulência a *L. dispar*, variações significativas entre experimentos em que foram usados os mesmos isolados geográficos.

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a suscetibilidade de larvas de segundo ínstar de *Spodoptera frugiperda* a sete isolados geográficos de seu VPN e, conseqüentemente, a existência (ou não) de diferenças, entre esses, com base na virulência ao hospedeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

A colônia de *S. frugiperda* originou-se do laboratório de Entomologia da Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), Sete Lagoas, MG. A criação foi realizada no Laboratório de Entomologia da Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Soja (CNPSo), em Londrina, PR, seguindo-se a metodologia de Hoffman-Campo et al. (1985) para *Anticarsia gemmatilis* Hübner.

Os isolados de VPN de *S. frugiperda* foram coletados na Argentina, Ponta Grossa (PR), Sertaneja (PR), Sete Lagoas (MG), Guatemala e dos estados de Alabama e Louisiana (EUA). Cada isolado foi multiplicado em larvas de terceiro ínstar de *S. frugiperda*, que foram induzidas a alimentarem-se em pedaços de dieta artificial (Greene et al., 1976) impregnadas com suspensões aquosas do patógeno. Os insetos mortos em função desse procedimento foram macerados com água destilada e coados através de uma camada de algodão. O líquido obtido foi então transferido para o interior de tubos de polipropileno (50 mL), que foram levados a uma centrífuga (Sorval RC-5b; rotor SS-34), onde foram submetidos, por 15 minutos, a uma centrifugação de 5.000 rpm. O precipitado resultante foi homogeneizado em água destilada esterilizada.

De cada isolado geográfico foi elaborada uma suspensão inicial, utilizando-se 20 mL de água destilada esterilizada e 0,5 mL de suspensão concentrada do vírus. O líquido foi, então, homogeneizado em Erlenmeyer antes de lhe ser subtraída uma alíquota, com o auxílio de pipeta do tipo Pasteur, que foi transferida para uma câmara de Newbauer. Nesta, os corpos poliédricos de inclusão (CPI) foram contados – sob microscópio composto, com aumento de 400 vezes, em quatro repetições – para determinação da concentração de corpos poliédricos de inclusão (CPI/mL) da suspensão.

Nos bioensaios foram usadas as seguintes concentrações de cada isolado: 0 (testemunha), 2×10^3 , 4×10^3 , 8×10^3 , 16×10^3 , 32×10^3 e 64×10^3 CPI/mL de dieta. A cada 540 mL de dieta foram acrescentados 60 mL de suspensão viral, previamente diluída para possibilitar a obtenção de cada uma das concentrações desejadas. Na seqüência, o produto foi homogeneizado com o auxílio de uma batedeira de bolo comum. Para a testemunha, foram utilizadas 540 mL de dieta, acrescida de 60 mL de água esterilizada. O volume de 600 mL de dieta contaminada, ou não (testemunha), foi transferido para o interior de 60 copos de plástico (50 mL), de forma que cada um contivesse em torno de 10 mL. Quando os conteúdos esfriaram, colocou-se uma larva em início de segundo ínstar, com o auxílio de pincel, em cada um dos 60 recipientes, que depois foram fechados com tampas de cartolina. Em seguida, os copos foram transportados para o interior de câmaras climatizadas (temperatura: $26 \pm 2^\circ\text{C}$; umidade relativa: $60 \pm 10\%$; fotófase: 14 horas). Do quinto dia em diante, as larvas foram observadas diariamente, até a fase de pré-pupa, para anotação de mortalidade e/ou fornecimento adicional de dieta.

Os dados relativos às mortalidades foram acumulados até o décimo quarto dia após a infecção, e os cálculos para correção dos mesmos (Abbott, 1925), das concentrações letais médias (CL_{50}), dos intervalos de confiança destas e dos valores dos ângulos de inclinação das retas foram realizados através de um programa de Probites para microcomputadores (Micro Probit 3,0, T.C. Sparks & Sparks, Lily Research Laboratories, Greenfield, Indiana, EUA). Os tempos letais médios (TL_{50}) foram calculados através do programa SANEST (Sistema de Análise Estatística para Microcomputadores).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de b (Tabela 1), que representam a inclinação das retas em relação ao eixo das abscissas, na Fig. 1, são tipicamente baixos e indicam, de acordo com Burges & Thomson (1971), a tendência à variabilidade a que estão sujeitos ensaios dessa natureza, fato que também pode ser verificado analisando-se a amplitude dos intervalos de confiança das concentrações letais médias (CL_{50}), da Tabela 1.

O VPN de Sertaneja apresentou, estatisticamente, a menor CL_{50} , caracterizando-se como o mais virulento e, conseqüentemente, como um isolado geográfico provavelmente distinto dos demais, o que pode ser comprovado analiticamente pela ausência de sobreposição do intervalo de confiança (95%) do seu CL_{50} aos dos outros seis VPN estudados. Pelo mesmo critério de análise, o isolado da Guatemala foi mais virulento que o da Louisiana

TABELA 1. Concentração letal média (CL_{50}) em corpos poliédricos de inclusão (CPI) por mL de dieta, tempo letal médio (TL_{50}) em dias, intervalos de confiança (IC) com 95% de probabilidade e inclinação das linhas de Probites (b) e qui-quadrados (χ^2) referentes a bioensaios com isolados de vírus de poliedrose nuclear e larvas de segundo ínstar de *Spodoptera frugiperda*.

Isolados	CL_{50}	IC	Inclinação (b)	χ^2	TL_{50}	IC
Sertaneja	5.631	4.037-7.481	1,25	3,88 ^{ns}	10,0	9,0-10,8
Guatemala	11.520	9.172-14.316	1,84	2,91 ^{ns}	8,9	8,2-9,6
Ponta Grossa	14.184	11.032-17.307	2,13	3,12 ^{ns}	9,4	8,7-10,0
Argentina	15.891	12.110-21.630	1,54	3,88 ^{ns}	9,8	9,0-10,5
Alabama	17.558	14.211-21.864	1,79	2,73 ^{ns}	8,6	7,7-9,4
Louisiana	19.325	16.308-22.848	2,36	2,64 ^{ns}	9,0	8,0-10,0
Sete Lagoas	25.310	16.995-43.072	0,89	0,89 ^{ns}	8,3	7,6-9,0

e o de Sete Lagoas, não diferindo, contudo, daqueles oriundos da Argentina, Ponta Grossa e Alabama. Estes diferiram apenas do isolado de Sertaneja (Tabela 1).

Os resultados da presente pesquisa não evidenciam um paralelismo claro com os de Ossowski (1958, 1960) – o qual registrou que quanto maior a distância entre o habitat do hospedeiro (*Kutochalia junodi*) e o local de coleta do isolado de seu VPN, maior foi a virulência – pois, embora o local de origem do isolado mais virulento, o de Sertaneja, seja relativamente distante do habitat do seu hospedeiro, Sete Lagoas, isolados obtidos em locais muito mais distantes (Guatemala, Louisiana, Alabama e Argentina) foram menos virulentos. Por outro lado, o fato de o isolado de Sete Lagoas ter apresentado uma das virulências mais baixas revelou uma acentuada semelhança com o verificado para o VPN local de *K. junodi* em relação ao seu hospedeiro nativo. Se de um lado a aquisição de resistência, pelo inseto local, ao seu vírus nativo (Ossowski, 1958, 1960) ou a perda da virulência deste àquele (Burges, 1971) ajusta-se como explicação para o fato de o isolado de Sete Lagoas ter sido menos virulento ao seu hospedeiro local, de outra parte pode-se afirmar que, no tocante ao comportamento dos outros isolados,

os dados alinham-se, com poucas restrições, aos resultados relatados por Fuxa (1987) – segundo os quais, quanto maior a distância entre o habitat do hospedeiro (*Spodoptera frugiperda*) e o sítio de coleta de seu VPN, menor foi a virulência – visto que, também na presente pesquisa, isolados de origens tão distantes, como Guatemala, Louisiana, Alabama, Ponta Grossa e Argentina, também foram menos virulentos que o de Sertaneja, relativamente mais próximo ao local de origem do hospedeiro (Sete Lagoas).

Com relação à magnitude de virulência, o isolado mais virulento, o de Sertaneja (CL_{50} : 5.631 CPI/mL de dieta) foi aproximadamente 4,5 vezes mais virulento que o de Sete Lagoas (CL_{50} : 25.310 CPI/mL, de acordo com a Tabela 1. Valores próximos podem ser extraídos dos dados de Fuxa (1987), que mostrou, em relação a *S. frugiperda* nativa da Flórida, que um isolado da Colômbia foi 3,5 vezes mais virulento que outro, do México e, da mesma forma, seus registros revelaram que em relação a uma colônia brasileira da mesma espécie, um isolado de Ohio, EUA, foi 4,8 vezes mais virulento que um do México. Outrossim, em outros sistemas inseto/hospedeiro/isolado geográfico também tem sido encontrado esse tipo de variação, embora de maior magnitude em determinados casos, como as diferenças de virulência de até 16 vezes entre isolados geográficos de VPN, dos EUA, de *Lymantria dispar* (Shapiro et al., 1984), ou a de até 102 vezes entre dois isolados geográficos (EUA e Iugoslávia) de VPN de *L. dispar* (Shapiro & Robertson, 1991).

Pelo tempo letal médio (TL_{50}) (Tabela 1), não há diferença entre as virulências dos isolados a *S. frugiperda*, com base na ausência de sobreposição dos intervalos de confiança, e que aquele parâmetro variou de 8,3 (Sete Lagoas) a 10 dias (Sertaneja). Tais valores são superiores aos obtidos por outros pesquisadores, como Ignoffo (1966) e Boucias et al. (1980), o que é admissível, pois os mesmos trabalharam com isolados geográficos de VPN específicos de outras espécies de insetos: o primeiro, com *Helicoverpa* (= *Heliothis*) *zea* (Bod.) e *Heliothis virescens* (Bod.); os segundos, com *Anticarsia gemmatalis*.

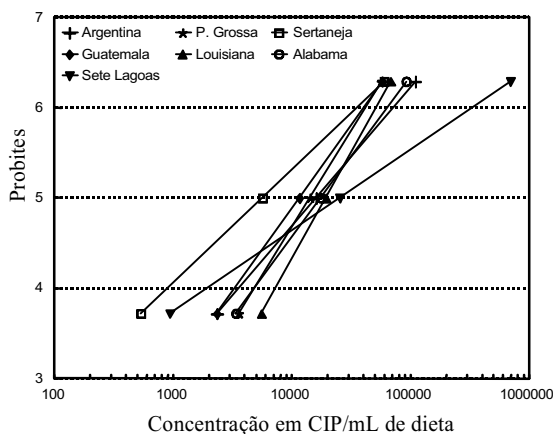


FIG. 1. Regressão entre o logaritmo da concentração de isolados geográficos de vírus de poliedrose nuclear e a probabilidade de mortalidade (Probites) de larvas de segundo instar de *Spodoptera frugiperda*.

CONCLUSÕES

1. O isolado geográfico de vírus de poliedrose nuclear de Sertaneja, PR, é o mais virulento a larvas de segundo ínstar de *Spodoptera frugiperda*, seguido pelos da Guatemala, Argentina, Ponta Grossa e Alabama.

2. Não há diferença estatisticamente significativa para o tempo letal médio (TL₅₀) entre os diferentes isolados geográficos de VPN de *S. frugiperda*.

AGRADECIMENTOS

Aos colegas Antonio Carnielli, Carlos Hissao Kurihara, Júlio Cesar Salton e Wanda Pietrowski, pelo auxílio durante a elaboração do trabalho científico; ao professor Fábio E. Paro e à Ivanilde L. Soldorio, pela inestimável ajuda durante as montagens e condução dos experimentos; e ao CNPq, pelo auxílio (Projeto Integrado) e pelas bolsas de pesquisa aos pesquisadores F. Moscardi e D. R. Sosa-Gómez.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v.18, p.265-267, 1925.
- AGUDELO, F.; ROMANO, M.; WASSINK, H.; UZCATEGUI, R.C. de. Una poliedrosis de *Spodoptera frugiperda* en Venezuela. **Turrialba**, v.33, n.3, p.219-222, 1983.
- BOUCIAS, D.G.; JOHNSON, D.W.; ALLEN, G.E. Effects of host age, virus dosage, and temperature on the infectivity of a nucleopolyhedrosis virus against velvetbean caterpillar, *Anticarsia gemmatilis*, larvae. **Environmental Entomology**, v.9, n.1, p.59-61, 1980.
- BURGES, H.D. Possibilities of pest resistance to microbial control agents. In: BURGES, H.D.; HUSSEY, N.W. (Eds.). **Microbial control of insects and mites**. London: Academic, 1971. p.445-457.
- BURGES, H.D.; THOMSON, E.M. Standardization and assay of microbial insecticides. In: BURGES, H.D.; HUSSEY, N.W. (Eds.). **Microbial control of insects and mites**. London: Academic, 1971. p.591-622.
- CARVALHO, R.P.L. **Danos, flutuação da população, controle e comportamento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) e suscetibilidade de diferentes genótipos de milho, em condições de campo**. Piracicaba: USP-ESALQ, 1970. 170p. Tese de Doutorado.
- FUXA, J.R. *Spodoptera frugiperda* susceptibility to nuclear polyhedrosis virus isolates with reference to insect migration. **Environmental Entomology**, v.16, n.1, p.218-223, 1987.
- GREENE, G.L.; LEPPLA, N.C.; DICKERSON, W.A. Velvetbean caterpillar: a rearing procedure and artificial medium. **Journal of Economic Entomology**, v.69, n.4, p.487-488, 1976.
- HOFFMAN-CAMPO, C.B.; OLIVEIRA, E.B. de; MOSCARDI, F. **Criação massal da lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatilis*)**. Londrina: Embrapa-CNPSo, 1985. 22p. (Embrapa-CNPSo. Documentos, 10).
- IGNOFFO, C.M. Effects of age on mortality of *Heliothis zea* and *Heliothis virescens* larvae exposed to a nuclear-polyhedrosis virus. **Journal of Invertebrate Pathology**, v.8, n.2, p.279-282, 1966.
- KUNO, G. A nuclear-polyhedrosis virus of *Spodoptera frugiperda* isolated in Puerto Rico. **Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, v.63, n.2, p.162-169, 1979.
- LOH, L.C.; HAMM, J.J.; KAWANISHI, C.; HUANG, E.S. Analysis of the *Spodoptera frugiperda* nuclear polyhedrosis virus genome by restriction endonucleases and electron microscopy. **Journal of Virology**, v.44, n.2, p.747-751, 1982.
- LUNGINBILL, P. **The fall armyworm**. Washington, D.C.: USDA, 1928. 92p. (USDA. Technical Bulletin, 34).
- MITCHELL, E.R. Preface to fall armyworm symposium. **The Florida Entomologist**, v.62, p.81, 1979.
- MOSCARDI, F.; KASTELIC, J.G. Ocorrência de vírus de poliedrose nuclear e vírus de granulose em populações de *Spodoptera frugiperda* atacando soja na região de Sertaneja, PR. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Londrina, PR). **Resultados de pesquisa de soja, 1984/85**. Londrina: 1985. p.128. (Embrapa-CNPSo. Documentos, 15).
- NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; ZUCHI, R.A. **Entomologia econômica**. São Paulo: Monsanto, 1981. 314p.

- OSSOWSKI, L.L.J. Occurrence of strains of the nuclear polyhedrosis virus of the wattle bagworm. **Nature**, v.181, p.648, 1958.
- OSSOWSKI, L.L.J. Variation in virulence of a wattle bagworm virus. **Journal of Insect Pathology**, v.2, p.35-43, 1960.
- REUNIÃO DA COMISSÃO CENTRO-SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 11., 1995, Cascavel. **Recomendações**. Cascavel: OCEPAR, 1995. 93p.
- RICHTER, A.R.; FUXA, J.R.; ABDEL-FATTAH, M. Effect of host plant on the susceptibility of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) to a nuclear polyhedrosis virus. **Environmental Entomology**, v.16, n.4, p.1004-1006, 1987.
- SALVADORI, J.R.; RUMIATTO, M. **Observações sobre a biologia de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em trigo**. Dourados: Embrapa-UEPAE Dourados, 1982. 6p. (Embrapa-UEPAE Dourados. Comunicado técnico, 8).
- SHAPIRO, D.I.; FUXA, J.R.; BRAYMER, H.D.; PASHLEY, D.P. DNA restriction polymorphism in wild isolates of *Spodoptera frugiperda* nuclear polyhedrosis virus. **Journal of Invertebrate Pathology**, v.58, p.96-105, 1991.
- SHAPIRO, M.; IGNOFFO, C.M. Nucleopolyhedrosis of *Heliothis*: activity of isolates from *Heliothis zea*. **Journal of Invertebrate Pathology**, v.16, p.107-111, 1970.
- SHAPIRO, M.; ROBERTSON, J.L. Natural variability of three geographic isolates of gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) nuclear polyhedrosis virus. **Journal of Economic Entomology**, v.84, n.1, p.71-75, 1991.
- SHAPIRO, M.; ROBERTSON, J.L.; INJAC, M.G.; KATAGIRI, K.; BELL, R.A. Comparative infectivities of gypsy moth (Lepidoptera: Lymantriidae) nucleopolyhedrosis virus isolates from North America, Europe, and Asia. **Journal of Economic Entomology**, v.77, n.1, p.153-156, 1984.
- SPARKS, A.N. A review of the biology of the fall armyworm. **The Florida Entomologist**, v.62, n.2, p.83-87, 1979.
- VALICENTE, F.H.; CRUZ, I. **Controle biológico da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com o baculovírus**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1991. 23p. (Embrapa-CNPMS. Circular técnica, 15).
- VASILJEVIC', Lj; INJAC, M. A study of gypsy moth viruses originating from different geographical regions. **Plant Protection**, v.24, n.124/125, p.169-186, 1973.