

EFEITO ENTOMOTÓXICO DE NOVOS ISOLADOS DE *Bacillus thuringiensis* EM DUAS POPULAÇÕES DE *Spodoptera frugiperda* ORIUNDAS DE MINAS GERAIS E DO ESPÍRITO SANTO

DIRCEU PRATISSOLI¹, RICARDO ANTONIO POLANCZYK¹, EDUARDO DOMINGOS GRECCO¹, RENATA APARECIDA FERREIRA¹ e ANDERSON MATHIAS HOLTZ¹

¹Departamento de Produção Vegetal Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo. Alto Universitário s/n. CEP 29500-000 Alegre, ES. E-mail: ricardo@cca.ufes.br (autor para correspondência)

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.6, n.2, p.140-148, 2007

RESUMO - O trabalho foi realizado no Laboratório de Entomologia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), com o objetivo de verificar a suscetibilidade de lagartas de *Spodoptera frugiperda*, oriundas dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, a isolados da bactéria entomopatogênica *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) e também observar possíveis diferenças nas suscetibilidades entre as populações. Foram testados 31 isolados de *Bt*, distribuídos em quatro experimentos, sobre lagartas de segundo ínstar da lagarta-do-cartucho. Nas avaliações feitas no sétimo dias após a aplicação dos tratamentos, apenas nos isolados 6 e 9 foram observadas diferenças de suscetibilidade entre as populações e, independente da comparação entre as populações, os isolados 11, 25, 26, 27 e 229 foram os mais promissores, pois causaram 100% de mortalidade nas lagartas de *S. frugiperda*.

Palavras-chave: *Zea mays*, entomopatógenos, lagarta-do-cartucho.

MICROBIAL TOXICITY OF NEW *Bacillus thuringiensis* ISOLATES IN TWO POPULATIONS OF *Spodoptera frugiperda* ORIGINATING FROM MINAS GERAIS AND ESPÍRITO SANTO

ABSTRACT - The experiment was carried out at the Laboratory of Entomology of the Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES) seeking to verify the susceptibility of *Spodoptera frugiperda* larvae from Minas Gerais and Espírito Santo to isolates of the entomopathogenic bacterium *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) and to observe possible differences between populations susceptibility. Thirty-one isolates were assayed in four bioassays on fall armyworm second instar larvae. Evaluations carried out seven days after treatment application showed that differences in populations susceptibility were observed only for the isolates 06 and 09 and the most promising isolates to both populations were 11, 25, 26, 27 e 229, because they caused 100% of mortality to fall armyworm larvae.

Key words: *Zea mays*, entomopathogens, fall armyworm.

A lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) é de difícil controle, devido à sua ampla gama de hospedeiros e sua grande capacidade de dispersão durante o período de cultivo. O movimento migratório rápido e de longo alcance serve como mecanismo de escape para determinados entomopatógenos, cuja eficácia depende da densidade do hospedeiro (Knipling, 1980). Essa espécie ataca algodão, alfafa, amendoim, arroz, aveia, batata, batata-doce, cana-de-açúcar, hortaliças, milho, soja e trigo, sendo mais comum em gramíneas. Neste sentido, Pashley (1988) listou 80 espécies de plantas hospedeiras, distribuídas em 23 famílias. No Brasil, já na década de 20, foi relatada a presença dessa praga em vários estados, causando severos danos em algumas culturas (Leiderman & Sauer, 1953). Segundo Cruz *et al.* (1999), as perdas causadas pela lagarta-do-cartucho, no Brasil, atingem cerca de US\$ 40 milhões por ano.

Gallo *et al.* (2002) relataram 29 ingredientes ativos recomendados no controle químico de *S. frugiperda*, sendo que existem relatos de casos de evolução da resistência dessa praga aos inseticidas utilizados (Diez-Rodrigues & Omoto, 2001), mostrando que essa tática de controle tem sérias limitações práticas. Em 1998, foram gastos, no Brasil, cerca de US\$ 60 milhões em inseticidas, na cultura do milho, sendo que o controle de *S. frugiperda* foi responsável por 40% desse valor (Omoto *et al.*, 2000).

Como alternativa ao emprego de inseticidas químicos, existe um grande complexo de inimigos naturais com potencial para constituir novas táticas de controle de *S. frugiperda* que venham minimizar ou até mesmo substituir a utilização dos inseticidas convencionais (Gardner *et al.*, 1984; Ferraz, 1998; Gallo *et al.*, 2002). Em estudos iniciais, a bactéria entomopatogênica *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) foi considerada

pouco eficiente no controle de *S. frugiperda* (Garcia *et al.*, 1982; Lima & Zanuncio, 1976). Porém, mais recentemente, com os avanços proporcionados por novas técnicas laboratoriais e maior interesse dos pesquisadores, resultados positivos foram obtidos (Silva-Werneck *et al.*, 2000; Loguercio *et al.*, 2001; Fatoreto, 2002).

Um estudo realizado por López-Edwards *et al.* (1999) mostra que há a necessidade de considerar a variação geográfica de populações de *S. frugiperda*, quando são realizados testes iniciais, em laboratório, visando selecionar isolados promissores no controle dessa praga. Os objetivos deste trabalho foram verificar a suscetibilidade de duas populações de *S. frugiperda* a isolados de *Bt* e verificar se existe diferença na suscetibilidade entre elas.

Material e Métodos

A criação de *S. frugiperda* foi iniciada a partir de posturas coletadas no campo experimental do CCA-UFES em Alegre – ES (população do Espírito Santo), e indivíduos fornecidos pela Embrapa Milho e Sorgo de Sete Lagoas – MG (população de Minas Gerais).

Essas duas populações foram iniciadas com insetos coletados em lavouras de milho, com cerca de 120 a 150 indivíduos. Os insetos foram mantidos no Laboratório de Entomologia do CCA-UFES, onde as lagartas foram alimentadas em dieta artificial de Burton & Perkins (1972) e os adultos com solução de açúcar 10%. Os casais foram colocados em gaiolas, constituídas de tubos de PVC (25 x 10 cm), revestidas internamente com papel filtro, para a coleta dos ovos, a cada dois dias.

Dos ovos coletados, cerca de 10% foram utilizados para a manutenção da criação e o restante, para a realização dos bioensaios. A cada seis meses, foi efetuada a reintrodução de novos

espécimes, com o objetivo de diminuir a degeneração da criação.

Como tratamentos, foram escolhidos aleatoriamente, 31 isolados de *Bt*, pertencentes ao Banco de Microrganismos do Laboratório de Entomologia do CCA-UFES. Esses isolados foram multiplicados em meio de cultura BHI, a 28 °C, e 180 rpm, por 76 horas, para um crescimento padrão dos mesmos.

Após a lise bacteriana, a mistura contendo esporos, cristais e células vegetativas foi submetida a três centrifugações consecutivas de 5.000 rpm, por 20 minutos, a fim de eliminar o meio de cultura e lavar o concentrado obtido. A seguir, uma alíquota de 1 mL de uma suspensão contendo 10 mL foi diluída 1.000 vezes em água destilada esterilizada e a concentração de esporos foi determinada conforme método descrito por Alves & Moraes (1998).

Para os bioensaios, uma alíquota de 100 mL de suspensão de *Bt*, na concentração de 3×10^8 esporos/mL de cada isolado, foi aplicada na superfície do disco de dieta artificial, previamente distribuída em placas de acrílico. Após a evaporação e a absorção do excesso de água, 45 lagartas de segundo ínstar de cada população, distribuídas em três repetições, foram acondicionadas individualmente em recipientes de acrílico. No lote correspondente à testemunha, foi aplicada água destilada e esterilizada (Polanczyk & Alves, 2005).

Para acondicionamento do material, foi utilizada câmara incubadora regulada para $25 \pm 0,5$ °C, $65 \pm 10\%$ de umidade relativa e 12 horas de fotofase. Nesses bioensaios, os tratamentos foram avaliados (dentro da população e entre as populações) diariamente até sete dias após a aplicação da bactéria. Sempre que necessário, conforme a análise da variância, os dados foram submetidos ao teste de Tukey a 5%.

Para a mortalidade corrigida, os dados foram submetidos ao teste de Scott – Knott, ao nível de 5%, sendo que essa correção foi feita usando a fórmula de Abbott (Alves et al, 1998):

$$\text{Mortalidade corrigida} = \frac{\% \text{ de mortalidade no tratamento} - \% \text{ de mortalidade na testemunha} \times 100}{100 - \% \text{ de mortalidade na testemunha}}$$

Resultados e Discussão

Na análise dos isolados mais eficientes em cada bioensaio, desconsiderando a comparação entre as populações, pode-se observar que, no primeiro bioensaio (Tabela 1), destacaram-se os isolados 11, 21, 23, 25, 26 e 27, para as duas populações. De acordo com a Tabela 2, os isolados 01, 05 e 10 foram os mais eficientes para *S. frugiperda* do Espírito Santo e o isolado 05, para a população de Minas Gerais. No terceiro bioensaio (Tabela 3), o isolado 06 foi o que se destacou para lagartas do Espírito Santo e o isolado 14, para as de Minas Gerais. No último bioensaio, o isolado 229 foi o mais promissor para lagartas de ambas as populações (Tabela 4). Em termos de mortalidade absoluta (100%), os isolados mais relevantes são os seguintes: 11, 25, 26, 27 e 229.

Vários trabalhos realizados no Brasil corroboram os dados positivos obtidos no presente estudo. Silva-Werneck *et al.* (2000) estudaram o efeito de 205 isolados de *Bt* sobre esse lepidóptero e apenas um causou mortalidade de 100%. Loguercio *et al.* (2001) testaram 3.408 isolados nativos e somente 3,3% causaram mortalidade acima de 75%, sendo que 52% do material testado mostrou-se pouco ativo (0 a 10%). Faretto (2002) avaliou a eficiência de 115 isolados de *Bt*, de várias regiões do Brasil, contra *S. frugiperda*, obtendo 100% de mortalidade para 25 destes (21,7%) e acima de 75% de mortalidade para 31 isolados (26,9%). Por outro lado, 7,8% dos isolados testados foram inócuos ao inseto.

TABELA 1. Mortalidade (\pm EP) de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Lep.: Noctuidae) de Minas Gerais e do Espírito Santo, por diferentes isolados de *Bacillus thuringiensis*.

Isolados de <i>Bacillus thuringiensis</i>	Mortalidade (%) ¹			
	Espírito Santo		Minas Gerais	
<i>Bt</i> -27	100,00 \pm 0,00	Aa	100,00 \pm 0,00	Aa
<i>Bt</i> -11	100,00 \pm 0,00	Aa	100,00 \pm 0,00	Aa
<i>Bt</i> -26	100,00 \pm 0,00	Aa	100,00 \pm 0,00	Aa
<i>Bt</i> -25	100,00 \pm 0,00	Aa	100,00 \pm 0,00	Aa
<i>Bt</i> -21	80,00 \pm 17,61	Aa	100,00 \pm 0,00	Aa
<i>Bt</i> -23	78,00 \pm 8,60	Aa	84,00 \pm 16,00	Aa
<i>Bt</i> -16	32,00 \pm 5,83	Ba	30,00 \pm 13,04	CDa
<i>Bt</i> -22	26,00 \pm 6,00	Ba	10,00 \pm 4,47	Da
<i>Bt</i> -28	26,00 \pm 10,77	Ba	50,00 \pm 3,16	Ba
<i>Bt</i> -20	24,00 \pm 17,48	Ba	30,00 \pm 13,04	CDa
<i>Bt</i> -19	20,00 \pm 7,67	Ba	20,00 \pm 5,47	CDa
Testemunha (água destilada)	10,00 \pm 5,47	Ba	8,00 \pm 3,74	Da
CV (%)	29,57		28,59	

¹ Médias seguidas por mesma letra maiúscula, para os isolados, na coluna, e minúscula, para as populações, na linha não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

TABELA 2. Mortalidade (\pm EP) de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Lep.: Noctuidae) de Minas Gerais e do Espírito Santo, por diferentes isolados de *Bacillus thuringiensis*.

Isolados de <i>Bacillus thuringiensis</i>	Mortalidade (%) ¹			
	Espírito Santo		Minas Gerais	
<i>Bt</i> -05	46,00 \pm 8,72	Aa	68,00 \pm 8,00	Aa
<i>Bt</i> -01	40,00 \pm 6,32	Aa	46,00 \pm 4,00	ABa
<i>Bt</i> -10	36,00 \pm 6,80	Aa	30,00 \pm 3,16	BCa
<i>Bt</i> -02	26,00 \pm 8,10	ABa	28,00 \pm 6,63	BCa
Testemunha (água destilada)	6,00 \pm 4,00	Ba	10,00 \pm 3,16	Ca
CV (%)	20,12		22,97	

¹ Médias seguidas por mesma letra maiúscula, para os isolados, na coluna, e minúscula, para as populações, na linha, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

TABELA 3. Mortalidade (\pm EP) de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Lep.: Noctuidae) de Minas Gerais e do Espírito Santo, por diferentes isolados de *Bacillus thuringiensis*.

Isolados de <i>Bacillus thuringiensis</i>	Mortalidade (%) ¹	
	Espírito Santo	Minas Gerais
<i>Bt</i> -14	52,00 \pm 6,63 ABa	64,00 \pm 8,71 Aa
<i>Bt</i> -17	44,00 \pm 10,77 Ba	52,00 \pm 12,80 ABa
<i>Bt</i> -13	52,00 \pm 5,83 ABa	44,00 \pm 9,27 ABCa
<i>Bt</i> -24	36,00 \pm 4,00 BCa	44,00 \pm 5,10 ABCa
<i>Bt</i> -03	30,00 \pm 5,48 BCa	42,00 \pm 10,19 ABCa
<i>Bt</i> -08	62,00 \pm 9,70 ABa	36,00 \pm 6,00 ABCa
<i>Bt</i> -06	82,00 \pm 7,34 Aa	34,00 \pm 6,78 ABCb
<i>Bt</i> -09	48,00 \pm 7,34 Ba	24,00 \pm 5,10 BCb
Testemunha (água destilada)	8,00 \pm 2,00 Ca	8,00 \pm 3,74 Ca
CV (%)	24,53	23,12

¹ Médias seguidas por mesma letra maiúscula, para os isolados, na coluna, e minúscula, para as populações, na linha, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

TABELA 4. Mortalidade (\pm EP) comparativa de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Lep.: Noctuidae) de Minas Gerais e do Espírito Santo, por diferentes isolados de *Bacillus thuringiensis*.

Isolados de <i>Bacillus thuringiensis</i>	Mortalidade (%) ¹	
	Espírito Santo	Minas Gerais
<i>Bt</i> -229	100,00 \pm 0,00 Aa	100,00 \pm 0,00 Aa
<i>Bt</i> -18	54,00 \pm 9,26 Ba	46,00 \pm 4,00 Ba
<i>Bt</i> -15	50,00 \pm 5,47 Ba	38,00 \pm 2,00 BCa
<i>Bt</i> -232	44,00 \pm 10,29 Ba	62,00 \pm 4,89 BCa
<i>Bt</i> -07	40,00 \pm 3,16 BCa	24,00 \pm 6,32 BCa
<i>Bt</i> -12	40,00 \pm 8,36 BCa	40,00 \pm 6,78 BCa
<i>Bt</i> -90	38,00 \pm 5,83 BCa	38,00 \pm 10,23 CDa
<i>Bt</i> -04	36,00 \pm 8,72 BCa	32,00 \pm 9,69 CDa
Testemunha (água destilada)	10,00 \pm 3,16 Ca	6,00 \pm 2,44 Da
CV (%)	30,49	27,15

¹ Médias seguidas por mesma letra maiúscula, para os isolados, na coluna, e minúscula, para as populações, na linha, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

TABELA 5. Mortalidade corrigida (\pm EP) de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (Lep.: Noctuidae) de Minas Gerais e do Espírito Santo, por diferentes isolados de *Bacillus thuringiensis*.

Isolados de <i>Bacillus thuringiensis</i>	Mortalidade (%) ¹	
	Espírito Santo	Minas Gerais
<i>Bt-27</i>	100,00 \pm 0,00 Aa	100,00 \pm 0,00 Aa
<i>Bt-11</i>	100,00 \pm 0,00 Aa	100,00 \pm 0,00 Aa
<i>Bt-26</i>	100,00 \pm 0,00 Aa	100,00 \pm 0,00 Aa
<i>Bt-25</i>	100,00 \pm 0,00 Aa	100,00 \pm 0,00 Aa
<i>Bt-229</i>	100,00 \pm 0,00 Aa	100,00 \pm 0,00 Aa
<i>Bt-21</i>	78,00 \pm 1,88 Bb	100,00 \pm 0,00 Aa
<i>Bt-06</i>	74,00 \pm 2,51 Bb	25,40 \pm 2,50 Fa
<i>Bt-23</i>	68,51 \pm 2,72 Bb	80,92 \pm 0,91 Ba
<i>Bt-08</i>	54,00 \pm 2,36 Ca	27,20 \pm 1,27 Fb
<i>Bt-18</i>	47,40 \pm 2,33 Da	37,40 \pm 2,33 Eb
<i>Bt-05</i>	44,60 \pm 2,44 Db	61,00 \pm 1,22 Ca
<i>Bt-14</i>	44,20 \pm 3,26 Db	59,80 \pm 2,13 Ca
<i>Bt-15</i>	42,20 \pm 1,74 Da	29,00 \pm 1,22 Fb
<i>Bt-13</i>	40,80 \pm 1,29 Da	45,60 \pm 1,56 Da
<i>Bt-09</i>	40,60 \pm 0,92 Da	15,00 \pm 1,22 Hb
<i>Bt -12</i>	31,60 \pm 1,29 Ea	33,60 \pm 2,20 Ea
<i>Bt-01</i>	31,40 \pm 3,13 Ea	37,40 \pm 1,57 Eb
<i>Bt-07</i>	31,20 \pm 3,26 Ea	16,40 \pm 1,96 Hb
<i>Bt-232</i>	30,20 \pm 3,48 Eb	36,60 \pm 1,56 Ea
<i>Bt-17</i>	29,00 \pm 3,01 Eb	43,00 \pm 1,67 Da
<i>Bt-10</i>	29,00 \pm 3,51 Ea	20,00 \pm 1,13 Ga
<i>Bt-24</i>	27,60 \pm 2,78 Eb	36,40 \pm 2,29 Ea
<i>Bt-90</i>	27,00 \pm 2,12 Ea	30,20 \pm 2,63 Fa
<i>Bt-04</i>	24,60 \pm 2,87 Fa	21,80 \pm 1,23 Ga
<i>Bt-16</i>	22,40 \pm 1,88 Fa	21,38 \pm 1,20 Ga
<i>Bt-03</i>	22,20 \pm 3,68 Fb	44,60 \pm 1,83 Da
<i>Bt-22</i>	16,33 \pm 2,24 Ga	2,02 \pm 0,32 Jb
<i>Bt-02</i>	15,80 \pm 2,15 Ga	17,80 \pm 0,97 Ha
<i>Bt-20</i>	15,40 \pm 2,83 Ga	22,00 \pm 0,71 Gb
<i>Bt-28</i>	15,35 \pm 2,24 Gb	43,86 \pm 0,61 Da
<i>Bt-19</i>	9,80 \pm 1,82	11,20 \pm 0,58 Ia
Testemunha (água destilada)	6,00 \pm 2,00 Ga	6,00 \pm 2,24 Ja
CV (%)	11,75	7,03

¹ Médias seguidas por mesma letra maiúscula, na coluna, e minúscula, na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott - Knott e teste F ao nível de 5%, respectivamente.

Dos 31 isolados testados, apenas nos isolados 06 e 09, no terceiro bioensaio (Tabela 3), foram observadas diferenças de suscetibilidade entre as populações de *S. frugiperda* de Minas Gerais e do Espírito Santo analisadas, o que pode prejudicar o manejo de *S. frugiperda*. Portanto, nesses estados, esses dois isolados devem ser empregados com cautela na formulação de bioinseticidas à base de *Bacillus thuringiensis*, considerando essa tendência de apresentar resultados discrepantes contra diferentes populações desse inseto.

Variações na suscetibilidade a *Bt*, entre indivíduos de diferentes populações de *S. frugiperda* coletadas em um único hospedeiro (milho), foram pela primeira vez constatadas por López-Edwards *et al.* (1999). Os autores estudaram a suscetibilidade de lagartas de primeiro ínstar pertencentes a cinco populações mexicanas (Aguascalientes, Nuevo León, Colima, Sinaloa e Yucatán) para *Bt kenya*. Insetos pertencentes às duas primeiras populações mostraram maior suscetibilidade a essa subespécie, sendo estimadas CL_{50} entre 0,001 e 0,005 mg toxina/mL de água destilada. Os autores enfatizam que esta variação pode ser devido ao isolamento geográfico, com conseqüente isolamento reprodutivo, originando populações fisiologicamente diferentes, com suscetibilidade diferencial para o *Bt*.

Cabe ressaltar aqui a importância de estudar o hábito migratório da espécie em questão. Esse movimento pode ser influenciado pelo clima, pela geografia do local e, ainda, pela preferência por hospedeiros. Nos EUA, o hábito migratório dos noctúdeos foi bem estudado, especialmente porque esses insetos são pragas importantes em várias culturas. Foi observada a movimentação de populações de *S. frugiperda* entre o Mississippi e o Canadá e entre os EUA e o Golfo do México, indicando a grande capacidade de

migração dessa espécie. Porém, no Brasil, as condições climáticas e geográficas são diferentes das daqueles países, não permitindo fazer generalizações sobre a capacidade migratória da lagarta-do-cartucho. Esse fato é agravado pela absoluta ausência de estudos sobre a migração desse inseto no Brasil.

Polanczyk *et al.* (2005) verificaram diferenças na suscetibilidade entre populações de *S. frugiperda* provenientes de Minas Gerais, São Paulo e Rio Grande do Sul. Naquele trabalho, de um total de 83 isolados testados, 39 apresentaram diferenças. Pode-se inferir que a diferença entre as populações de Minas Gerais e do Espírito Santo, em relação à suscetibilidade de isolados de *Bt*, é menor que entre as populações de São Paulo, Minas Gerais e Rio Grande do Sul. Tal fato pode ser explicado pela proximidade geográfica entre as cidades de Sete Lagoas (Minas Gerais) e Alegre (Espírito Santo), onde as populações foram coletadas.

Conclusões

As lagartas de segundo ínstar de *Spodoptera frugiperda* de Minas Gerais e do Espírito Santo são suscetíveis a alguns isolados de *Bacillus thuringiensis*, sendo observada grande variação de suscetibilidade de acordo com o isolado testado, considerando-se mortalidade avaliada aos sete dias.

Foi constatada variação na suscetibilidade entre as populações da lagarta-do-cartucho, porém esta ficou limitada a apenas dois dos 31 isolados testados.

Agradecimentos

À Embrapa Milho e Sorgo, por fornecer os insetos que propiciaram a criação da população mineira de *Spodoptera frugiperda*.

Literatura Citada

- ALVES, S. B.; MORAES, S. B. Quantificação de inóculo de patógenos de insetos. In: ALVES, S. B. (Ed.). **Controle microbiano de insetos**. Piracicaba: FEALQ, p. 765-778, 1998.
- ALVES, S. B.; ALMEIDA, J. E. M.; MOINO JUNIOR, A.; ALVES, L. F. A. Técnicas de laboratório. In: ALVES, S. B. (Ed.). **Controle microbiano de insetos**. Piracicaba: FEALQ, p. 765-778, 1998.
- BURTON, R. L.; PERKINS, W. D. WSB, a new laboratory diet for the corn earworm and the fall armyworm. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 65, n. 2, p. 385-386, 1972.
- CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C.; OLIVEIRA, A. C.; VASCONCELOS, C. A. Damage of *Spodoptera frugiperda* (Smith) in different maize genotypes cultivated in soil under three levels of aluminium saturation. **International Journal of Pest Management**, London, v. 45, n. 4, p. 293-296, 1999.
- DIEZ-RODRIGUES, G. I.; OMOTO, C. Herança da resistência de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) à lambda-cialotrina. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 2, p. 311-316, 2001.
- FATORETTO, J. C. **Associação de bioensaio e caracterização molecular para seleção de isolados de *Bacillus thuringiensis* efetivos contra *Spodoptera frugiperda***. 2002. 105 f. Monografia (Graduação) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal.
- FERRAZ, L. C. C. B. Nematóides entomopatogênicos. In: ALVES, S. B. (Ed.). **Controle microbiano de insetos**. Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 541-570.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; NETO, S. S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C. de; FILHO, E. B.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, p. 920, 2002.
- GARCIA, M. A.; SIMÕES, M.; HABIB, M. E. M. Possible reasons of resistance in larvae of *Spodoptera frugiperda* (Abbot & Smith, 1797) infected by *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 57, p. 215-222, 1982.
- GARDNER, W. A.; NOBLET, R.; SCHWEHR, R. The potential of microbial agents in managing populations of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 67, n. 3, p. 325-332, 1984.
- KNIPLING, E. F. Regional management of the fall armyworm – a realistic approach? **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 63, n. 4, p. 468-480, 1980.
- LEIDERMAN, L.; SAUER, H. F. G. A lagarta dos milharais *Laphygma frugiperda* (Abbot & Smith, 1797). **O Biológico**, São Paulo, v.19, n. 6, p.105-113, 1953.
- LIMA, J. O. G. de; ZANUNCIO, J. C. Controle da “lagarta do cartucho do milho”, *Spodoptera frugiperda*, pelo carbaril, carbofuran, dipel (*Bacillus thuringiensis*) e endossulfam. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 23, n. 127, p. 222-225, 1976.
- LOGUERCIO, L. L.; SANTOS, C. G.; BARRETO, M. R.; GUIMARÃES, C. T.; PAIVA,

- E. Association of PCR and feeding bioassays as a large-scale method to screen tropical *Bacillus thuringiensis* isolates for Cry constitution with higher insecticidal effect against *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae. **Letters In Applied Microbiology**, Oxford, v. 32, n. 1, p. 1-6, 2001.
- LÓPEZ-EDWARDS, M.; HERNÁNDEZ-MENDOZA, M. J. L.; PESCADOR-RUBIO, A. P.; MOLINA-OCHOA, J.; LEZAMA-GUTIÉRREZ, R.; HAMM, J. J.; WISEMAN, B. R. Biological differences between five populations of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) collected from corn in Mexico. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 82, n. 2, p. 254-262, 1999
- OMOTO, C.; SCHMIDT, F. B.; SILVA, R. B.; ZUCCHI, T. D.; RISCO, M. D. M.; TRAVALINI, C.; THOMAZINI, T.; TAKAKI, S. C. Bases for an insecticide resistance management of *Spodoptera frugiperda* in corn in Brazil. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 21., 2000, Foz do Iguaçu. **Abstracts**. Londrina: Embrapa Soja, 2000. p. 347.
- PASHLEY, D. P. Current status of fall armyworm host strains. **Florida Entomologist**, Gainesville, v. 71, n. 2, p. 227-234, 1988.
- POLANCZYK, R. A.; ALVES, S. B. Interação entre *Bacillus thuringiensis* e outros entomopatógenos no controle de *Spodoptera frugiperda*. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecología**, Turrialba, v. 74, p. 24-33, 2005.
- POLANCZYK, R. A.; ALVES, S. B.; PADULLA, L. F. Screening of *Bacillus thuringiensis* against three brazilian populations of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Biopesticides International**, Jalandhar, v. 1, n. 1/2, p. 114-124, 2005.
- SILVA-WERNECK, J. O.; ABREU NETO, J. R. M. V.; TOSTES, A. N.; FARIA, L. O.; DIAS, J. M. C. S. Novo isolado de *Bacillus thuringiensis* efetivo contra a lagarta-do-cartucho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n.1, p.221-227, 2000.