
USO DE INSETICIDAS BIOLÓGICOS NO CONTROLE DE INSETOS PRAGAS DAS CULTURAS DO SORGO E FEIJÃO

BORGES, Wander Luis Barbosa¹; CARVALHO, Arthur Ondei de Carvalho²;
CRUZ, Luan Carlos Pianta da³; GOMES, Edvaldo Novelli⁴;
FREITAS, Rogério Soares de¹; MICHELOTTO, Marcos Doniseti⁵

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.4124

RESUMO: O projeto foi desenvolvido no Instituto Agrônomo (IAC), em Votuporanga/SP. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições, utilizando-se cinco tratamentos: cultura do sorgo: tratamento padrão (sem aplicação de inseticidas, T1); aplicação de Colossus BT-2 (*Bacillus thuringiensis* subsp. kurstaki) e Comander (*Chromobacterium subtsugae*) nas doses de 0,3 L ha⁻¹ e de 0,2 L ha⁻¹, respectivamente (T2); 0,4 L ha⁻¹ e 0,3 L ha⁻¹, respectivamente (T3); 0,5 L ha⁻¹ e 0,4 L ha⁻¹, respectivamente (T4); aplicação de inseticidas químicos (T5); cultura do feijão: tratamento padrão (sem aplicação de inseticidas, T1); aplicação de Ultron-S+A (*Saccharopolyspora spinosa*) nas doses de 0,2 L ha⁻¹ (T2); 0,3 L ha⁻¹ (T3); 0,4 L ha⁻¹ (T4); aplicação de inseticidas químicos (T5). As parcelas tinham 5,0 x 5,0 m, totalizando 25 m². Na cultura do sorgo avaliou-se a incidência (%) de plantas com presença de lagartas nas folhas; a incidência (%) de plantas com sintomas de ataque de lagartas nas folhas; a incidência (%) de plantas com presença de pulgões nas folhas; a incidência (%) de plantas com sintomas de ataque de pulgões nas folhas; estande final ha⁻¹ e produtividade de grãos ha⁻¹. Na cultura do feijão avaliou-se a incidência (%) de plantas com presença de lagartas nas folhas; a incidência (%) de plantas com sintomas de ataque de lagartas nas folhas; a incidência (%) de plantas com presença de tripses nas folhas; a incidência (%) de plantas com sintomas de ataque de tripses nas folhas; estande final ha⁻¹ e produtividade de grãos ha⁻¹.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor* (L.). *Phaseolus vulgaris* (L.). Características agrônomicas.

USE OF BIOLOGICAL INSECTICIDES IN THE CONTROL OF INSECTS PESTS OF SORGHUM AND BEAN CROPS

SUMMARY: The project was developed at the IAC, in Votuporanga, São Paulo State, Brazil. The experimental design used was randomized blocks with four repetitions, using five treatments: sorghum culture: standard treatment (without insecticide application, T1); Colossus BT-2 (*B. thuringiensis* subsp. Kurstaki) and Comander (*C. subtlesugae*) at doses of 0.3 L ha⁻¹ and 0.2 L ha⁻¹, respectively (T2); 0.4 L ha⁻¹ and 0.3 L ha⁻¹, respectively (T3); 0.5 L ha⁻¹ and 0.4 L ha⁻¹, respectively (T4); application of chemical insecticides (T5); bean culture: standard treatment (without insecticide application, T1); Application of Ultron-S+A (*S. spinosa*) at doses of 0.2 L ha⁻¹ (T2); 0.3 L ha⁻¹ (T3); 0.4 L ha⁻¹ (T4); application of chemical insecticides (T5). The plots were 5.0 x 5.0 m, totaling 25 m². In sorghum culture was evaluated the incidence (%) of plants with the presence of caterpillars in the leaves; the incidence (%) of plants with caterpillars attack symptoms in the leaves; the incidence (%) of plants with the presence of aphids in the leaves; the incidence (%) of plants with symptoms of attack of aphids in the leaves; final stand ha⁻¹ and grain yield ha⁻¹. In bean culture was evaluated the incidence (%) of plants with the presence of caterpillars in the leaves; the incidence (%) of plants with symptoms of attack of caterpillars in the leaves; the incidence (%) of plants with the presence of thrips in the leaves; the incidence (%) of plants with thrips attack symptoms in the leaves; final stand ha⁻¹ and grain yield ha⁻¹.

Keywords: *Sorghum bicolor* (L.). *Phaseolus vulgaris* (L.). Agronomic characteristics.

¹ Pesquisador Científico, Dr. - IAC - Centro Avançado de Pesquisa e Desenvolvimento de Seringueira e Sistemas Agroflorestais (CAPDSSA), Votuporanga/SP;

² Estudante de Engenharia Agrônoma, Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Cassilândia/MS;

³ Estudante de Engenharia Agrônoma, Centro Universitário de Votuporanga, Votuporanga/SP;

⁴ Técnico de apoio - CAPDSSA, Votuporanga, SP;

⁵ Pesquisador Científico, Dr. - Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios - Polo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Centro Norte, Pindorama/SP.

INTRODUÇÃO

A utilização excessiva e mal-empregada dos defensivos agrícolas leva a, além de outros prejuízos, situações de resistência de pragas. Essa resistência gera uma demanda da agricultura por novas moléculas ou tecnologias, podendo levar a um esgotamento das opções de defensivos agrícolas para o controle fitossanitário. Geralmente os produtos biológicos, por atuarem em uma relação ambiental complexa no sistema praga/doença/cultura, apresentam menor possibilidade de resistência, o que representa uma vantagem agrônômica importante (Jorge *et al.*, 2020).

Entre os produtos biológicos tem-se a *C. subtsugae*, a qual é uma bactéria Gram-negativa que tem como características a pigmentação violeta e a mobilidade flagelar. Essa pigmentação, denominada violaceína, apresenta atividade antimicrobiana contra bactérias Gram-positivas e Gram-negativas. Essa bactéria apresenta crescimento ótimo a 25°C, em pH 6,5–8,0 com até 1,5% de NaCl adicionado ao meio. Sua atividade é tóxica para larvas de coleópteros, como *Leptinotarsa decemlineata* Say e *Aethina tumida* Murray; larvas de lepidópteros, como *Diabrotica* spp. e *Plutela xylostella* (Linnaeus) quando ingerida oralmente; e larvas de hemípteros, como *Bemisia tabaci* (Gennadius) e *Nezara viridula* (Linnaeus) (Lacey, 2017). Além disso, possui um gene que codifica uma proteína inseticida semelhante ao encontrado em *Photorhabdus luminescens* e *Xenorhabdus nematophilia*. A maior mortalidade de insetos tratados com *C. subtsugae* ocorre em razão da combinação de células vivas e de compostos (toxinas inseticidas) presentes no meio líquido, os quais foram produzidos na fase estacionária de crescimento da bactéria (Martin *et al.*, 2007). As bactérias produtoras de toxinas são particularmente atraentes como agentes ativos para o desenvolvimento de novos produtos, uma vez que frequentemente possuem um espectro mais amplo de atividade, além de benefícios de formulação e aplicação. Um produto biológico contendo a estirpe PRAA4-1T de *C. subtsugae*, bem como seu respectivo meio de fermentação, foi registrado (EPA Reg. nº 84059-17-87865) visando à aplicação em cultivos de plantas comestíveis, ornamentais e grama, cujo efeito é tóxico para lagartas desfolhadoras e alguns coleópteros (Lacey *et al.*, 2015).

Outra bactéria utilizada no controle biológico é a *B. thuringiensis*, isolada em 1901 no Japão pelo bacteriologista Ishiwata, que descobriu ser ela a responsável pela mortalidade de larvas do bicho-da-seda, *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae). Em 1911, Berliner, na Alemanha, descreveu a mesma bactéria, isolada de larvas mortas de *Anagasta kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae), a traça-da-farinha, e a chamou de *B. thuringiensis*, em homenagem à Turíngia, Alemanha, onde foram coletadas as lagartas. Em 1915, o mesmo autor notou a presença de inclusões paraesporais nas células de *B. thuringiensis* (Monnerat *et al.*, 2020). *B. thuringiensis* é uma bactéria que produz, no momento de sua esporulação, inclusões proteicas cristalinas

conhecidas como delta endotoxinas, as quais são altamente específicas aos seus insetos-alvo, inócuas ao ser humano, aos vertebrados e às plantas e têm efeito não poluente ao meio ambiente, por serem completamente biodegradáveis (Bravo *et al.*, 2005). Nos anos 1960, foi isolada uma estirpe de *B. thuringiensis* subsp. *kurstaki*, chamada HD-1 (Dulmage, 1970), que apresentou toxicidade de 2 a 200 vezes superior à das estirpes normalmente utilizadas nos produtos comerciais. A partir de então, a procura por outras estirpes possuidoras de novas toxinas foi estimulada, e, em 1977, Goldberg e Margalit (1977) isolaram uma estirpe eficaz contra dípteros. Alguns anos mais tarde, em 1983, outra estirpe foi identificada como patogênica para coleópteros (Krieg *et al.*, 1983). No mundo inteiro, diversas estirpes de *B. thuringiensis* foram isoladas, e atualmente muitos laboratórios continuam procurando novas estirpes. Existem várias coleções espalhadas pelo globo e estima-se que existam em torno de 50 mil estirpes conhecidas, entre as quais algumas são tóxicas para nematoides, trematoides, protozoários, himenópteros, hemípteros, ortópteros e ácaros (Monnerat *et al.*, 2020). Estirpes de *B. thuringiensis* foram encontradas em todas as partes do mundo, provenientes de vários substratos, como solo, água, superfície de plantas, insetos mortos, teias de aranha e grãos armazenados (Bravo *et al.*, 1998). O número de unidades formadoras de colônias por grama de solo pode chegar a 104, e as subespécies mais frequentemente encontradas são *kurstaki* e *galleriae*. Não existe evidência de correlação entre tipo de solo, quantidade, subespécies ou atividade inseticida (Damgaard *et al.*, 1994). As possibilidades de utilização de *B. thuringiensis* foram reconhecidas em controle biológico. Em 1938, um produto à base dessa bactéria, denominado Sporeine, foi produzido na França. A partir dos anos 1950, diversos países, como a antiga União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), a antiga Tchecoslováquia, a França, a Alemanha e os Estados Unidos, começaram a produzir inseticidas biológicos à base de *B. thuringiensis* (Weiser, 1986).

Para o desenvolvimento de novos bioinseticidas, é fundamental a descoberta de estirpes com maior atividade ou mais adaptadas às condições ambientais onde esses produtos serão utilizados. Pode-se apontar como exemplo desse tipo de trabalho o isolamento de estirpes nativas de *B. thuringiensis* e de *B. sphaericus* (*L. sphaericus*) mais tóxicas do que as respectivas estirpes-padrão, e com toxicidade causada por toxinas codificadas por genes ainda não descritos (Ibarra *et al.*, 2003; Monnerat *et al.*, 2004, 2005, 2007; Martins *et al.*, 2007).

A taxonomia de *B. thuringiensis* tem sido alvo de muitos estudos. Várias tentativas de classificação foram realizadas, a começar pela elaboração de uma listagem de subespécies de bactérias, relacionando-as a insetos susceptíveis, passando pelo perfil enzimático e pela morfologia. Até 1960, essas metodologias eram utilizadas na classificação, apesar de serem pouco apropriadas para uma classificação segura das estirpes isoladas em diversas regiões do globo. Em 1962, De Barjac e Bonnefoi introduziram o conceito dos “antígenos H” como

elemento diferenciador de estirpes, com base em substâncias existentes no flagelo de *Bacillus*. Esse sistema de classificação permitiu grande avanço na sistemática desses microrganismos (De Barjac *et al.*, 1980). Outras técnicas foram propostas, tais como: a eletroforese de esterases, os antígenos do cristal, a eletroforese multilocus das isoenzimas, a cromatografia dos ácidos graxos e a análise de plasmídeos (Monnerat *et al.*, 2020). *B. thuringiensis* produz diferentes fatores de virulência, como as δ -endotoxinas, a-exotoxinas, b-exotoxinas, hemolisinas, enterotoxinas, quitinases e fosfolipases. Algumas estirpes produzem toxinas na fase de crescimento vegetativo, denominadas Vip (Estruch *et al.*, 1996) e proteínas inseticidas secretadas (Sip) (Donovan *et al.*, 2006); moléculas bioestimuladoras e biofertilizadoras, como fito-hormônios, proteínas solubilizadoras de fosfato e sideróforos (Raddadi *et al.*, 2007, 2008); além de proteínas parasporinas, as quais exibem atividade citotóxica específica contra células humanas de câncer (Ohba *et al.*, 2009).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da aplicação de inseticidas biológicos, em diferentes doses, comparados a inseticidas químicos, nas culturas do sorgo e feijão.

MATERIAL E MÉTODO

Descrição do local, clima e tratamentos

O projeto foi desenvolvido no Centro Avançado de Pesquisa e Desenvolvimento de Seringueira e Sistemas Agroflorestais, do Instituto Agrônomo (IAC), da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (SAA/SP), localizado no município de Votuporanga/SP, com coordenadas geográficas 20° 28' de Latitude Sul e 50° 04' de Longitude Oeste, apresentando relevo suave e altitude de 410 a 490 m, em área com sistema de semeadura direta, sistema agropastoril e pastagem convencional.

O clima é o tropical com invernos secos (Aw na classificação de Köppen) com temperatura média anual de 24°C, tendo a média das máximas de 30°C e a média das mínimas de 18°C. A precipitação pluviométrica média anual é de 1448,7 mm.

As parcelas tinham 5,0 x 5,0 m, totalizando 25,0 m². O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições, utilizando-se cinco tratamentos:

Cultura do sorgo

T1: tratamento padrão (sem aplicação de inseticidas);

T2: aplicação de Colossus BT-2 (*B. thuringiensis* subsp. *kurstaki*) na dose de 0,3 L ha⁻¹ e Comander (*C. subtsgae*) na dose de 0,3 L ha⁻¹;

T3: aplicação de Colossus BT-2 na dose de 0,4 L ha⁻¹ e Comander na dose de 0,4 L ha⁻¹;

T4: aplicação de Colossus BT-2 na dose de 0,5 L ha⁻¹ e Comander na dose de 0,5 L ha⁻¹;

T5: aplicação de inseticidas químicos.

Utilizou-se Colossus BT-2 e Comander fabricados em dezembro de 2021 (Lote 1) e fabricados em março de 2022 (Lote 2).

A semeadura do sorgo foi realizada mecanicamente em sistema de semeadura direta sobre a palhada de soja no dia 15/03/2022, utilizando-se a cultivar Enforcer Premium 500 K BR no espaçamento de 0,5 m entre linhas e 13,0 sementes⁻¹. A semente foi tratada industrialmente com tiametoxam 0,6 kg L⁻¹ na dose de 0,2 L 100 kg semente⁻¹; metalaxil-M 0,02 kg L⁻¹, tiabendazol 0,15 kg L⁻¹ e fludioxonil 0,025 kg L⁻¹, na dose de 0,1 L 100 kg semente⁻¹. Na adubação de semeadura foi utilizado o adubo formulado 08-28-16 com 1,0% de S e 0,3% de Zn, na dose de 250 kg ha⁻¹. No dia 17/03/2022 foi realizada uma dessecação pós semeadura utilizando-se diquate 0,2 kg L⁻¹ na dose de 2,0 L ha⁻¹ do produto comercial (p.c) e óleo mineral 0,756 kg L⁻¹ a 0,5%.

As aplicações dos inseticidas biológicos e químicos foram realizadas nos dias 08/04/2022 (1ª aplicação); 20/04/2022 (2ª aplicação); 04/05/2022 (3ª aplicação); 17/05/2022 (4ª aplicação).

No tratamento T5, na 1ª aplicação foi utilizado cipermetrina 0,25 kg L⁻¹ na dose de 0,1 L ha⁻¹ do p.c. e dimetoato 0,5 kg L⁻¹ na dose de 0,15 L ha⁻¹ do p.c.; na 2ª e 3ª aplicação foi utilizado lambda-cialotrina 0,05 kg L⁻¹ + clorantraniliprole 0,1 kg L⁻¹ na dose de 0,15 L ha⁻¹ do p.c. e acetamiprido 0,2 kg L⁻¹ na dose de 0,35 kg ha⁻¹ do p.c.; na 4ª aplicação foi utilizado tiametoxam 141 kg L⁻¹ + lambda-cialotrina 0,106 kg L⁻¹ na dose de 0,2 L ha⁻¹ do p.c.

Cultura do feijão

T1: tratamento padrão (sem aplicação de inseticidas);

T2: aplicação de Ultron-S+A (*S. spinosa*) na dose de 0,3 L ha⁻¹;

T3: aplicação de Ultron-S+A na dose de 0,4 L ha⁻¹;

T4: aplicação de Ultron-S+A na dose de 0,5 L ha⁻¹;

T5: aplicação de inseticidas químicos.

No tratamento de sementes foi utilizado Thorah (*Trichoderma harzianum*) na dose de 0,15 L ha⁻¹ e Vortex-PR (*B. megaterium* + *B. subtilis*) na dose de 0,2 L ha⁻¹ nos tratamentos T2, T3 e T4.

A semeadura do feijão foi realizada manualmente em sistema de preparo convencional do solo no dia 16/05/2022, utilizando-se a cultivar IAC Polaco no espaçamento de 0,5 m entre linhas e 18,0 sementes⁻¹. No tratamento T5, a semente foi tratada manualmente com carboxina 0,2 kg L⁻¹ + tiram 0,2 kg L⁻¹ na dose de 0,3 L 100 kg semente⁻¹. Na adubação de semeadura foi utilizado o adubo formulado 04-30-16, na dose de 210 kg ha⁻¹, nos tratamentos com adubação mineral

convencional. No dia 17/03/2022 foi realizada uma aplicação de herbicida pós-emergente utilizando-se haloxifope-p-metílico 0,12 kg L⁻¹ na dose de 0,5 L ha⁻¹ e óleo mineral na dose de 1,0 L ha⁻¹. Na primeira adubação de cobertura, realizada no dia 08/06/2022, foi utilizado sulfato de amônio (20,0% de N e 22,0% de S), na dose de 200 kg ha⁻¹. No dia 15/06/2022 foi realizada uma capina manual. Na segunda adubação de cobertura, realizada no dia 27/06/2022, foi utilizado o adubo formulado 20-00-20, na dose de 200 kg ha⁻¹.

As aplicações dos inseticidas biológicos e químicos foram realizadas nos dias 24/06/2022 (1ª aplicação); 30/06/2022 (2ª aplicação); 19/07/2022 (3ª aplicação); 11/08/2022 (4ª aplicação).

No tratamento T5, na 1ª aplicação foi utilizado cipermetrina 0,25 kg L⁻¹ na dose de 0,1 L ha⁻¹ e acetamiprido 0,2 kg L⁻¹ na dose de 0,3 kg ha⁻¹; na 2ª aplicação foi utilizado lambda-cialotrina 0,05 kg L⁻¹ + clorantraniliprole 0,1 kg L⁻¹ na dose de 0,2 L ha⁻¹ e acetamiprido 0,2 kg L⁻¹ na dose de 0,3 kg ha⁻¹; na 3ª e 4ª aplicação foi utilizado tiametoxam 141 kg L⁻¹ + lambda-cialotrina 0,106 kg L⁻¹ na dose de 0,2 L ha⁻¹ do p.c.

Avaliações de incidência de pragas

Sorgo

Avaliou-se: a incidência (%) de plantas com presença de lagartas nas folhas; a incidência (%) de plantas com sintomas de ataque de lagartas nas folhas; a incidência (%) de plantas com presença de pulgões nas folhas; a incidência (%) de plantas com sintomas de ataque de pulgões nas folhas. A incidência de plantas com sintomas de ataque de lagartas foi avaliada nas folhas novas da planta. As avaliações foram realizadas aos 14 (1ª avaliação-caracterização), 23 (2ª avaliação), 28 (3ª avaliação), 35 (4ª avaliação), 42 (5ª avaliação), 49 (6ª avaliação) e 56 (7ª avaliação) dias após a emergência (DAE). Avaliou-se 2 pontos parcela⁻¹ e em cada ponto avaliou-se 2 m em 2 linhas (1 m em cada linha).

A caracterização da incidência de plantas com presença e com sintomas de ataque de lagartas e pulgões nas folhas na cultura do sorgo está apresentada na Tabela 1. Foi constatada a presença de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) e de *Melanaphis sacchari* /*sorghii*.

Tabela 1. Caracterização da incidência de plantas com presença e com sintomas de ataque de lagartas e pulgões nas folhas na cultura do sorgo.

Estande inicial ha ⁻¹	PPL ^(a)	PDL ^(b)	PPP ^(c)	PDP ^(d)
	----- % -----			
249000	0,0	13,8	75,11	0,0

^(a) incidência de plantas com presença de lagartas nas folhas. ^(b) incidência de plantas com sintomas de ataque de lagartas nas folhas. ^(c) incidência de plantas com presença de pulgões nas folhas. ^(d) incidência de plantas com sintomas de ataque de pulgões nas folhas.

Feijão

Avaliou-se: a incidência (%) de plantas com presença de lagartas nas folhas; a incidência (%) de plantas com sintomas de ataque de lagartas nas folhas; a incidência (%) de plantas com presença de tripses nas folhas; a incidência (%) de plantas com sintomas de ataque de tripses nas folhas. A incidência de plantas com sintomas de ataque de lagartas foi avaliada nas folhas novas da planta. As avaliações foram realizadas aos 14 (1ª avaliação-caracterização), 21 (2ª avaliação), 28 (3ª avaliação), 35 (4ª avaliação), 43 (5ª avaliação), 49 (6ª avaliação), 56 (7ª avaliação) e 63 (8ª avaliação) DAE. Avaliou-se 2 pontos parcela⁻¹, utilizando-se uma bandeja plástica de 0,4 m de comprimento. Em cada ponto avaliou-se 2 linhas (0,4 m em cada linha).

A caracterização da incidência de plantas com presença e com sintomas de ataque de lagartas e tripses nas folhas na cultura do feijão está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Caracterização da incidência de plantas com presença e com sintomas de ataque de lagartas e tripses nas folhas na cultura do feijão.

Estande inicial ha ⁻¹	PPL ^(a)	PDL ^(b)	PPT ^(c)	PDT ^(d)
	----- % -----			
259050	0,0	0,0	0,0	0,0

^(a) a incidência de plantas com presença de lagartas nas folhas. ^(b) incidência de plantas com sintomas de ataque de lagartas nas folhas. ^(c) a incidência de plantas com presença de tripses nas folhas. ^(d) incidência de plantas com sintomas de ataque de tripses nas folhas.

Avaliações fitotécnicas

Sorgo

Os parâmetros avaliados na cultura do sorgo foram: estande final ha⁻¹ e produtividade de grãos ha⁻¹. As avaliações foram realizadas no momento da colheita. A produtividade de grãos foi obtida padronizando-se a umidade dos grãos para 13% (base úmida). A amostragem do estande final ha⁻¹ e produtividade de grãos foi realizada em 3 m de duas linhas centrais de cada parcela. As panículas foram debulhadas em debulhadora mecânica. Após a debulha os grãos foram pesados e mensurada sua umidade para o cálculo da produtividade de grãos.

Feijão

Os parâmetros avaliados na cultura do feijão foram: estande final ha⁻¹ e produtividade de grãos ha⁻¹. As avaliações foram realizadas no momento da colheita. A produtividade de grãos foi obtida padronizando-se a umidade dos grãos para 13% (base úmida). A amostragem do estande final ha⁻¹ e produtividade de grãos foi realizada em 3 m de duas linhas centrais de cada parcela. As vagens foram debulhadas em debulhadora mecânica. Após a debulha os grãos foram pesados e mensurada sua umidade para o cálculo da produtividade de grãos.

Análises estatísticas

Os dados foram submetidos ao teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), com o uso do programa computacional Assisat Software Version 7.7 (Silva; Azevedo, 2016).

RESULTADO E DISCUSSÃO

Incidência de pragas

Sorgo

A incidência de plantas com presença de lagartas foi constatada na 5ª avaliação com a utilização de Colossus BT-2 do Lote 1. Os resultados estão demonstrados na Tabela 3. O T4 proporcionou a maior incidência de plantas com presença de lagartas nas folhas (4,36%). Nas demais avaliações (2ª, 3ª, 4ª, 6ª e 7ª) não foi constatada a presença de lagartas em nenhuma parcela, por isso não foi realizada a análise estatística dos dados.

Tabela 3. Incidência de plantas com presença de lagartas nas folhas na cultura do sorgo (Lote 1).

Tratamentos ^(a)	5ª avaliação
T1	0,00 b ^(e)
T2	0,00 b
T3	0,00 b
T4	4,36 a
T5	0,00 b
F ^(b)	1575,0332 ^{**}
DMS ^(c)	0,22
CV ^(d)	11,27

^(a) T1: tratamento padrão (sem aplicação de inseticidas); T2: aplicação de Colossus BT-2 na dose de 0,3 L ha⁻¹ e Comander na dose de 0,3 L ha⁻¹; T3: aplicação de Colossus BT-2 na dose de 0,4 L ha⁻¹ e Comander na dose de 0,4 L ha⁻¹; T4: aplicação de Colossus BT-2 na dose de 0,5 L ha⁻¹ e Comander na dose de 0,5 L ha⁻¹; T5: aplicação de inseticidas químicos. ^(b) Teste F. ^(c) Diferença mínima significativa. ^(d) Coeficiente de variação (%). ^(e) Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. ^{**} significativo a 1%.

A incidência de plantas com sintomas de ataque de lagartas nas folhas, com a utilização de Colossus BT-2 do Lote 1 está apresentada na Tabela 4. Na 2ª avaliação, os tratamentos T3 e T4 propiciaram uma redução de 77,37 a 78,15 % na incidência. No entanto, o tratamento T2 promoveu menor incidência que o tratamento padrão (T1) nas quatro avaliações e não diferiu ($p < 0,05$) do tratamento com aplicação de inseticidas químicos (T5). Na 5ª avaliação, os tratamentos T2, T3 e T5 não apresentaram incidência de plantas com sintomas de ataque de lagartas nas

folhas. Na 6ª e 7ª avaliação não foram constatadas plantas com sintomas de ataque de lagartas em nenhuma parcela, por isso não foi realizada a análise estatística dos dados.

Tabela 4. Incidência de plantas com sintomas de ataque de lagartas nas folhas na cultura do sorgo (Lote 1).

Tratamentos ^(a)	2ª avaliação	3ª avaliação	4ª avaliação	5ª avaliação
T1	19,22 a ^(e)	19,32 a	4,55 a	4,77 b
T2	13,58 b	8,04 b	0,00 b	0,00 c
T3	4,20 c	7,50 b	5,05 a	0,00 c
T4	4,35 c	10,51 b	6,25 a	8,84 a
T5	9,09 b	8,94 b	0,00 b	0,00 c
F ^(b)	40,9963**	7,8357**	28,5905**	1806,4459**
DMS ^(c)	4,51	7,84	2,50	0,42
CV ^(d)	19,84	31,99	34,92	6,91

^(a) T1: tratamento padrão (sem aplicação de inseticidas); T2: aplicação de Colossus BT-2 na dose de 0,3 L ha⁻¹ e Comander na dose de 0,3 L ha⁻¹; T3: aplicação de Colossus BT-2 na dose de 0,4 L ha⁻¹ e Comander na dose de 0,4 L ha⁻¹; T4: aplicação de Colossus BT-2 na dose de 0,5 L ha⁻¹ e Comander na dose de 0,5 L ha⁻¹; T5: aplicação de inseticidas químicos. ^(b) Teste F. ^(c) Diferença mínima significativa. ^(d) Coeficiente de variação (%). ^(e) Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. ** significativo a 1%.

A incidência de plantas com sintomas de ataque de lagartas nas folhas, com a utilização de Colossus BT-2 do Lote 2 está apresentada na Tabela 5. Os tratamentos T2 e T4 não apresentaram incidência na 2ª avaliação. Além disso, o tratamento T4 também não apresentou incidência na 3ª, 4ª e 5ª avaliação. Na 4ª avaliação, os tratamentos T3 e T5 também não apresentaram incidência. Na 5ª avaliação somente o tratamento T1 apresentou incidência de plantas com sintomas de ataque de lagartas nas folhas (4,77%). Na 6ª e 7ª avaliação não foram constatadas plantas com sintomas de ataque de lagartas em nenhuma parcela, por isso não foi realizada a análise estatística dos dados.

A incidência de plantas com presença de pulgões nas folhas, com a utilização de Comander do Lote 1 está demonstrada na Tabela 6. Os tratamentos T3, T4 e T5 propiciaram uma redução de 33,36 a 42,93 e de 42,93 a 71,58 % na incidência de plantas com presença de pulgões na 6ª e 7ª avaliação, respectivamente.

Tabela 5. Incidência de plantas com sintomas de ataque de lagartas nas folhas na cultura do sorgo (Lote 2).

Tratamentos ^(a)	2ª avaliação	3ª avaliação	4ª avaliação	5ª avaliação
T1	19,22 a ^(e)	19,32 a	4,55 b	4,77 a
T2	0,00 d	21,79 a	10,80 a	0,00 b
T3	14,36 b	4,36 bc	0,00 c	0,00 b
T4	0,00 d	0,00 c	0,00 c	0,00 b
T5	9,09 c	8,94 b	0,00 c	0,00 b
F ^(b)	119,6004**	36,0316**	116,2595**	1318,6399**
DMS ^(c)	3,54	7,08	1,99	0,27
CV ^(d)	18,38	28,85	28,70	12,32

^(a) T1: tratamento padrão (sem aplicação de inseticidas); T2: aplicação de Colossus BT-2 na dose de 0,3 L ha⁻¹ e Comander na dose de 0,3 L ha⁻¹; T3: aplicação de Colossus BT-2 na dose de 0,4 L ha⁻¹ e Comander na dose de 0,4 L ha⁻¹; T4: aplicação de Colossus BT-2 na dose de 0,5 L ha⁻¹ e Comander na dose de 0,5 L ha⁻¹; T5: aplicação de inseticidas químicos. ^(b) Teste F. ^(c) Diferença mínima significativa. ^(d) Coeficiente de variação (%). ^(e) Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. ** significativo a 1%.

Tabela 6. Incidência (%) de plantas com presença de pulgões nas folhas na cultura do sorgo (Lote 1).

Tratamentos ^(a)	Avaliações					
	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª
T1	37,53 ^(ns)	18,75	21,33 c ^(e)	54,13 ab	53,95 a	71,05 a
T2	48,57	32,66	35,95 bc	40,54 b	55,25 a	58,33 ab
T3	43,68	27,34	38,13 abc	41,33 b	35,95 b	40,55 bc
T4	45,45	33,33	41,67 ab	54,73 ab	24,51 b	20,19 c
T5	46,97	35,83	56,07 a	68,71 a	23,16 b	31,63 c
F ^(b)	0,4508 ^{ns}	2,4924 ^{ns}	8,8830**	6,9379**	16,9496**	13,0686**
DMS ^(c)	28,66	19,43	18,84	19,83	16,94	25,48
CV ^(d)	28,60	29,12	21,63	16,94	19,48	25,48

^(a) T1: tratamento padrão (sem aplicação de inseticidas); T2: aplicação de Colossus BT-2 na dose de 0,3 L ha⁻¹ e Comander na dose de 0,3 L ha⁻¹; T3: aplicação de Colossus BT-2 na dose de 0,4 L ha⁻¹ e Comander na dose de 0,4 L ha⁻¹; T4: aplicação de Colossus BT-2 na dose de 0,5 L ha⁻¹ e Comander na dose de 0,5 L ha⁻¹; T5: aplicação de inseticidas químicos. ^(b) Teste F. ^(c) Diferença mínima significativa. ^(d) Coeficiente de variação (%). ^(ns) Não-significativo. ^(e) Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. ** significativo a 1%.

A incidência de plantas com presença de pulgões, com a utilização de Comander do Lote 2 está demonstrada na Tabela 7. Na 5ª avaliação, o tratamento T3 propiciou uma redução de 48,14 % na incidência. Na 6ª avaliação, os tratamentos T2, T3, T4 e T5 propiciaram uma redução de 26,64 a 57,07 % na incidência. Na 7ª avaliação, os tratamentos T2, T3, T4 e T5 propiciaram

uma redução de 34,02 a 55,48 % na incidência de plantas com presença de pulgões. Não foram constatadas plantas com sintomas de ataque de pulgão nas folhas em nenhuma parcela das sete avaliações realizadas, por isso não foi realizada a análise estatística dos dados.

Tabela 7. Incidência (%) de plantas com presença de pulgões nas folhas na cultura do sorgo (Lote 2).

Tratamentos ^(a)	Avaliações					
	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a
T1	37,53 b ^(e)	18,75 b	21,33 b	54,13 ab	53,95 a	71,05 a
T2	29,51 b	31,41 ab	21,56 b	44,15 b	39,58 b	46,88 b
T3	35,77 b	22,32 ab	21,53 b	28,07 c	23,61 c	42,50 b
T4	56,25 a	37,06 a	45,58 a	66,31 a	26,98 bc	32,69 b
T5	46,97 ab	35,83 a	56,07 a	68,71 a	23,16 c	31,63 b
F ^(b)	6,7635**	5,3245*	13,8273**	26,0619**	22,4091**	14,9492**
DMS ^(c)	18,18	15,97	20,01	14,80	12,63	18,61
CV ^(d)	19,56	24,36	26,72	12,55	16,74	18,36

^(a) T1: tratamento padrão (sem aplicação de inseticidas); T2: aplicação de Colossus BT-2 na dose de 0,3 L ha⁻¹ e Comander na dose de 0,3 L ha⁻¹; T3: aplicação de Colossus BT-2 na dose de 0,4 L ha⁻¹ e Comander na dose de 0,4 L ha⁻¹; T4: aplicação de Colossus BT-2 na dose de 0,5 L ha⁻¹ e Comander na dose de 0,5 L ha⁻¹; T5: aplicação de inseticidas químicos. ^(b) Teste F. ^(c) Diferença mínima significativa. ^(d) Coeficiente de variação (%). ^(e) Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. ** significativo a 1%; * significativo a 5%.

Feijão

A incidência de plantas com presença de lagartas, com a utilização de Ultron-S+A, só foi verificada a partir da 3^a avaliação. Foi constatada a presença de *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae); *S. cosmioides* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae); e *Chrysodeixis includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae). Os resultados estão demonstrados na Tabela 8. O tratamento T3 não apresentou incidência de plantas com presença de lagartas nas folhas na 3^a avaliação, porém também não foi constatada incidência no tratamento padrão. Na 4^a avaliação, os tratamentos T2 e T3 propiciaram uma redução de 78,93 a 81,52% na incidência em relação ao tratamento com aplicação de inseticidas químicos, no entanto não diferiram ($p < 0,05$) do tratamento padrão. Na 5^a avaliação, o T3 promoveu uma redução de 49,40% na incidência em relação ao tratamento padrão e não diferiu ($p < 0,05$) do tratamento com aplicação de inseticidas químicos. Na 8^a avaliação, o tratamento T4 não apresentou incidência.

Tabela 8. Incidência de plantas com presença de lagartas nas folhas na cultura do feijão.

Tratamentos ^(a)	3 ^a avaliação	4 ^a avaliação	5 ^a avaliação	6 ^a avaliação	7 ^a avaliação	8 ^a avaliação
T1	0,00 d ^(e)	2,78 b	13,36 b	14,64 b	3,57 b	2,23 a
T2	1,39 b	1,14 b	13,10 b	16,82 b	3,57 b	1,19 ab
T3	0,00 d	1,00 b	6,76 c	17,60 ab	10,30 a	2,44 a
T4	1,00 c	3,57 ab	26,94 a	26,09 a	6,20 ab	0,00 b
T5	2,29 a	5,41 a	2,63 c	19,68 ab	3,57 b	2,38 a
F ^(b)	567330,0**	9,8461**	52,4623**	5,0009*	8,0705**	11,4210
DMS ^(c)	0,006	2,63	5,74	8,81	4,67	1,40
CV ^(d)	0,28	41,97	20,28	20,61	38,08	37,78

(a) Tratamentos, T1: tratamento padrão (sem aplicação de inseticidas); T2: aplicação de Ultron-S+A na dose de 0,3 L ha⁻¹; T3: aplicação de Ultron-S+A na dose de 0,4 L ha⁻¹; T4: aplicação de Ultron-S+A na dose de 0,5 L ha⁻¹; T5: aplicação de inseticidas químicos. (b) Teste F. (c) Diferença mínima significativa. (d) Coeficiente de variação (%). (e) Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. ** significativo a 1%; * significativo a 5%.

A incidência de plantas com sintomas de ataque de lagartas nas folhas, com a utilização de Ultron-S+A, só foi constatada na 4^a avaliação. Os resultados estão demonstrados na Tabela 9. O T2 proporcionou a maior incidência de plantas com presença de lagartas nas folhas (6,79%).

Tabela 9. Incidência de plantas com sintomas de ataque de lagartas nas folhas na cultura do feijão.

Tratamentos ^(a)	4 ^a avaliação
T1	2,00 b ^(e)
T2	6,79 a
T3	2,25 b
T4	3,57 b
T5	2,00 b
F ^(b)	12,0894**
DMS ^(c)	2,65
CV ^(d)	35,42

(a) T1: tratamento padrão (sem aplicação de inseticidas); T2: aplicação de Ultron-S+A na dose de 0,3 L ha⁻¹; T3: aplicação de Ultron-S+A na dose de 0,4 L ha⁻¹; T4: aplicação de Ultron-S+A na dose de 0,5 L ha⁻¹; T5: aplicação de inseticidas químicos. (b) Teste F. (c) Diferença mínima significativa. (d) Coeficiente de variação (%). (e) Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. ** significativo a 1%.

Não foram constatadas plantas com sintomas de ataque de tripses nas folhas em nenhuma parcela das oito avaliações realizadas, por isso não foi realizada a análise estatística dos dados.

A incidência de plantas com presença de tripes só foi verificada a partir da 5ª avaliação. Foi constatada a presença de *Caliothrips phaseoli* (Hood) (Thysanoptera: Thripidae). Foi constatada a incidência em 100% das plantas de todas as parcelas na 5ª, 6ª, 7ª e 8ª avaliação, por isso não foi realizada a análise estatística dos dados.

Características agronômicas

Sorgo

Os resultados da utilização de Colossus BT-2 e Comander do Lote 1 sobre as características agronômicas da cultura do sorgo estão demonstrados na Tabela 10 e do Lote 2 na Tabela 11. Não houve diferença entre os tratamentos em relação ao estande final ha⁻¹.

Tabela 10. Características agronômicas da cultura do sorgo (Lote 1).

Tratamentos ^(a)	Estande final ha ⁻¹	Produtividade de grãos kg ha ⁻¹
T1	106833,30 ^(ns)	2312,69 ab ^(e)
T2	114166,70	2920,45 ab
T3	100119,00	1975,96 b
T4	106111,10	1950,83 b
T5	110833,30	3303,54 a
F ^(b)	1,2450 ^{ns}	5,0881*
DMS ^(c)	21421,09	1196,92
CV ^(d)	8,83	21,29

^(a) T1: tratamento padrão (sem aplicação de inseticidas); T2: aplicação de Colossus BT-2 na dose de 0,3 L ha⁻¹ e Comander na dose de 0,3 L ha⁻¹; T3: aplicação de Colossus BT-2 na dose de 0,4 L ha⁻¹ e Comander na dose de 0,4 L ha⁻¹; T4: aplicação de Colossus BT-2 na dose de 0,5 L ha⁻¹ e Comander na dose de 0,5 L ha⁻¹; T5: aplicação de inseticidas químicos. ^(b) Teste F. ^(c) Diferença mínima significativa. ^(d) Coeficiente de variação (%). ^(ns) Não-significativo. ^(e) Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. * significativo a 5%.

Tabela 11. Características agronômicas da cultura do sorgo (Lote 2).

(Continua)

Tratamentos ^(a)	Estande final ha ⁻¹	Produtividade de grãos kg ha ⁻¹
T1	106833,30 ^(ns)	2312,69 ab ^(e)
T2	114768,50	2152,96 ab
T3	106666,70	1824,97 b
T4	110909,10	2066,77 ab
T5	110833,30	3303,54 a

Tabela 11. Características agronômicas da cultura do sorgo (Lote 2).

		(Conclusão)
F ^(b)	0,2958 ^{ns}	3,5390*
DMS ^(c)	27935,62	1368,69
CV ^(d)	11,26	26,03

^(a) T1: tratamento padrão (sem aplicação de inseticidas); T2: aplicação de Colossus BT-2 na dose de 0,3 L ha⁻¹ e Comander na dose de 0,3 L ha⁻¹; T3: aplicação de Colossus BT-2 na dose de 0,4 L ha⁻¹ e Comander na dose de 0,4 L ha⁻¹; T4: aplicação de Colossus BT-2 na dose de 0,5 L ha⁻¹ e Comander na dose de 0,5 L ha⁻¹; T5: aplicação de inseticidas químicos. ^(b) Teste F. ^(c) Diferença mínima significativa. ^(d) Coeficiente de variação (%). ^(ns) Não-significativo. ^(e) Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. * significativo a 5%.

O tratamento com aplicação de inseticidas químicos proporcionou uma produtividade de grãos 69,34 e 67,19% maior que os tratamentos T4 e T3 do Lote 1, respectivamente, e 81,02% maior que o tratamento T3 do Lote 2.

Feijão

Os resultados da utilização de Ultron-S+A sobre as características agronômicas da cultura do feijão estão demonstrados na Tabela 12. Não houve diferença entre os tratamentos em relação ao estande final ha⁻¹. O tratamento com aplicação de inseticidas químicos propiciou uma produtividade de grãos 20,85% maior que o tratamento T3.

Tabela 12. Características agronômicas da cultura do feijão.

Tratamentos ^(a)	Estande final ha ⁻¹	Produtividade de grãos kg ha ⁻¹
T1	290000,00 ^(ns)	2350,91 ab
T2	278333,30	2488,86 ab
T3	255833,30	2325,42 b
T4	265833,30	2587,54 ab
T5	291666,70	2810,17 a
F ^(b)	1,0153 ^{ns}	3,5453*
DMS ^(c)	69208,48	472,88
CV ^(d)	11,1106	8,35

^(a) T1: tratamento padrão (sem aplicação de inseticidas); T2: aplicação de Ultron-S+A na dose de 0,3 L ha⁻¹; T3: aplicação de Ultron-S+A na dose de 0,4 L ha⁻¹; T4: aplicação de Ultron-S+A na dose de 0,5 L ha⁻¹; T5: aplicação de inseticidas químicos. ^(b) Teste F. ^(c) Diferença mínima significativa. ^(d) Coeficiente de variação (%). ^(ns) Não-significativo. ^(e) Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. * significativo a 5%.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de Colossus BT-2 do Lote 1 na dose de 0,3 L ha⁻¹ e do Lote 2 na dose de 0,5 L ha⁻¹ proporcionou incidência de plantas com sintomas de ataque de lagartas nas folhas na cultura do sorgo semelhante à aplicação de inseticidas químicos.

Redução na incidência (%) de plantas com presença de pulgões nas folhas na cultura do sorgo com a utilização de Comander só foi constatada após a 3ª aplicação com as doses de 0,3 e 0,4 L ha⁻¹ do Lote 1 e após a 2ª aplicação com a dose de 0,4 L ha⁻¹ do Lote 2.

A aplicação de inseticidas químicos proporcionou uma produtividade de grãos na cultura do sorgo maior que os inseticidas Colossus BT-2 e Comander do Lote 1 nas doses de 0,3 e 0,4 L ha⁻¹ de ambos, e do Lote 2 na dose de 0,3 L ha⁻¹; e também proporcionou uma produtividade de grãos na cultura do feijão maior que o inseticida Ultron-S+A na dose de 0,3 L ha⁻¹.

É necessária a continuação dos estudos para se ter uma melhor compreensão dos efeitos dos inseticidas Colossus BT-2 e Comander sobre incidência de plantas com sintomas de ataque e presença de lagartas e pulgões na cultura do sorgo.

Também é necessária a continuação dos estudos para se ter uma melhor compreensão dos efeitos do inseticida Ultron-S+A sobre incidência de plantas com sintomas de ataque e presença de lagartas e tripses na cultura do feijão.

AGRADECIMENTOS

À FERTINOVA Produtos Agrícolas EIRELI pelo apoio financeiro ao projeto que originou este artigo.

REFERÊNCIAS

BRAVO, A.; GILL, S. S.; SOBERON, M. *Bacillus thuringiensis* mechanisms and use. In: GILBERT, L. I.; IATROU, K.; GILL, S. S. (Eds.). **Comprehensive molecular insect science**. New York: Elsevier, 2005. v. 6, p. 175-206.

BRAVO, A.; SARABIA, S.; LOPEZ, L.; ONTIVEROS, H.; ABARCA, C.; ORTIZ, A.; ORTIZ, M.; LINA, L.; VILLALOBOS, F. J.; PENA, G.; NUNEZ-VALDEZ, M. E.; SOBERÓN, M.; QUINTERO, R. Characterization of cry genes in mexican *Bacillus thuringiensis* strain collection. **Applied Environmental Microbiology**, v. 64, n. 12, p. 4965-4972, 1998. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1128/AEM.64.12.4965-4972.1998>

DAMGAARD, P. H.; SMITS, P. H.; HANSEN, B. M.; PEDERSEN, J. C.; EILENBERG, J. Natural occurrence of *Bacillus thuringiensis* on grass and cabbage foliage. **IOBC/WPRS Bulletin**, v. 17, p. 262-266, 1994. Disponível em: <https://doi.org/10.1023/A:1008890315150>

De BARJAC, H.; VERON, M.; COSMAO DURNANOIR, V. Caracterisation biochimique et krogologique des souches de *Bacillus sphaericus* pathogènes ou non pour les rnoustiques. **Annales de Microbiologie (Institut Pasteur)**, v. 131B, p. 191-201, 1980.

DONOVAN, W. P.; ENGLEMAN, J.; DONOVAN, J.; BAUM, J.; BUNKERS, G.; CHI, D.; CLINTON, W.; ENGLISH, L.; HECK, G.; ILAGAN, O.; KRASOMI-OSTERFELD, C.; PITKIN, J.; ROBERTS, J.; WALTERS, M. Discovery And Characterization of Sip1a: a novel secreted protein from *Bacillus thuringiensis* with activity against Coleopteran larvae. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 72, n. 4, p. 713-719, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00253-006-0332-7>

ESTRUCH, J. J.; WARREN, G. W.; MULLINS, M. A.; NYE, G. J.; GRAIG, J. A.; KOZIEL, M. G. Vip3a, a novel *Bacillus thuringiensis* vegetative insecticidal protein with a wide spectrum of activities against lepidopteran insects. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 93, n. 11, p. 5389-5394, 1996. Disponível em: <https://doi.org/10.1073/pnas.93.11.5389>

GOLDBERG, L. J.; MARGALIT, J. A bacterial spore demonstrating rapid larvicidal activity against *Anopheles sergenti*, *Uranotaenia unguiculata*, *Culex univitattus*, *Aedes aegypti*, and *Culex pipiens*. **Mosquito News**, v. 37, p. 355-358, 1977.

IBARRA, J. E.; DEL RINCON, M. C.; ORDÚZ, S.; NORIEGA, D.; BENINTENDE, G.; MONNERAT, R.; REGIS, L.; DE OLIVEIRA, C. M. F.; LANZ, H.; RODRIGUEZ, M. H.; SÁNCHEZ, J.; PENA, G.; BRAVO, A. Diversity of *Bacillus thuringiensis* strains from Latin America with insecticidal activity against different mosquitoes species. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 69, n. 9, p. 5269-5274, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1128/AEM.69.9.5269-5274.2003>

JORGE, D. M.; SILVA, F. A.; SOUSA, I. M. M. Regulamentação da pesquisa e do registro de produtos de controle biológico. In: **Controle biológico de pragas da agricultura**. FONTES, E. M. G.; VALADARES-INGLIS, M. C. (Eds.). Brasília, DF: Embrapa, 2020. 510 p.

KRIEG, A.; HUGER, A. M.; LANGENBRUCH, G. A.; SCHNETTER, W. *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis*: ein neuer, gegenüber larven von Coleopteren wirksamer pathotyp. **Journal of Applied Entomology**, v. 96, p. 500-508, 1983. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1983.tb03704.x>

LACEY, L. A. (Ed.). **Microbial control of insect and mite pests: from theory to practice**. London: Academic Press, 2017.

LACEY, L. A.; GRZYWACZ, D.; SHAPIRO-ILAN, D. I.; FRUTOS, R.; BROWNBRIDGE, M.; GOETTEL, M. S. Insect pathogens as biological control agents: back to the future. **Journal of Invertebrate Pathology**, v. 132, p. 1-41, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jip.2015.07.009>

MARTIN, P. A. W.; GUNDERSEN-RINDAL, D.; BLACKBURN, M.; BUYER, J. *Chromobacterium subtsugae* sp. nov., a betaproteobacterium toxic to Colorado potato beetle and other insect pests. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**, v. 57, p. 993-999, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1099/ijs.0.64611-0>

MONNERAT, R. G.; BATISTA, A. C.; MEDEIROS, P. T.; MARTINS, E.; MELATTI, V.; PRAÇA, L.; DUMAS, V.; DEMO, C.; GOMES, A. C.; FALCÃO, R.; BERRY, C. Screening of Brazilian *Bacillus Thuringiensis* strains active against *Spodoptera frugiperda*, *Plutella xylostella* and *Anticarsia gemmatalis*. **Biological Control**, v. 41, p. 291-295, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2006.11.008>

-
- MONNERAT, R.; DIAS, D. S.; SILVA, S. F.; MARTINS, E. S.; BERRY, C.; FALCÃO, R.; GOMES, A. C. M.; PRAÇA, L. B.; SOARES, C. M. S. Screening of *Bacillus thuringiensis* strains effective against mosquitoes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 103-1006, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2005000200001>
- MONNERAT, R.; SILVA, S.; DIAS, D.; MARTINS, É.; PRAÇA, L.; JONES, G.; SOARES, C.; DIAS, J.; BERRY, C. Screening of Brazilian *Bacillus sphaericus* strains for high toxicity against *Culex quinquefasciatus* and *Aedes aegypti*. **Journal of Applied Entomology**, v. 128, p. 469-473, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2004.00874.x>
- MONNERAT, R. G.; QUEIROZ, P. R. M.; MARTINS, E. S.; PRAÇA, L. B.; SOARES, C. M. S. Controle de artrópodes-praga com bactérias entomopatogênicas. In: FONTES, E. M. G.; VALADARES-INGLIS, M. C. (Eds.). **Controle biológico de pragas da agricultura**. Brasília, DF: Embrapa, 2020. 510 p.
- OHBA, M.; MIZUKI, E.; UEMORI, A. Parasporin, a new anticancer protein group from *Bacillus thuringiensis*. **Anticancer Research**, v. 29, p. 427-433, 2009.
- RADDADI, N.; CHERIF, A.; BOUDABOUS, A.; DAFFONCHIO, D. Screening of plant growth promoting traits of *Bacillus thuringiensis*. **Annals of Microbiology**, v. 58, n. 1, p. 47- 52, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF03179444>
- RADDADI, N.; CHERIF, A.; OUZARI, H.; MARZORATI, M.; BRUSETTI, L.; BOUDABOUS, A.; DAFFONCHIO, D. *Bacillus thuringiensis* beyond insect biocontrol: plant growth promotion and biosafety of polyvalent strains. **Annals of Microbiology**, v. 57, p. 481-494, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF03175344>
- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016. Disponível em: <http://www.academicjournals.org/journal/AJAR/article-abstract/5E8596460818>
- WEISER, J. Impact of *Bacillus thuringiensis* on applied entomology in Eastern Europe and in Soviet Union. In: KRIEG, A.; HUGER, A. M. **Mitteilungen aus der biologischen bundesanstalt für land und forstwirtschaft**. Berlin: Dahlem Heft, 1986. p. 37-50.