

# Efeito de bactérias promotoras do crescimento de plantas (BPCP) no desenvolvimento de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) em couve

Robson Thomaz THULER<sup>1</sup>; Reginaldo BARROS<sup>2</sup>; Rosa de Lima Ramos MARIANO<sup>2</sup>; José Djair VENDRAMIM<sup>3</sup>

<sup>1</sup> FCAV/UNESP, Depto. Fitossanidade/Entomologia; Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, CEP: 14884-900, Jaboticabal-SP. rthuler@fcav.unesp.br (correspondente)

<sup>2</sup> DEPA/Fitossanidade/UFRPE; Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos 52171-900, Recife-PE. rbarros@ufrpe.br, rmariano@truenet.com.br

<sup>3</sup> ESALQ/USP, Depto. Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, C. Postal 9, 13418-900, Piracicaba-SP. jdvendra@esalq.usp.br

## Resumo

Com o objetivo de avaliar o efeito de isolados endofíticos e epifíticos de Bactérias Promotoras do Crescimento de Plantas (BPCP) no desenvolvimento de *Plutella xylostella*, utilizaram-se os isolados endofíticos e epifíticos RAB7 de *Bacillus megaterium* pv. *cerealis*; C210 de *B. cereus*; ENF14 de *Enterobacter cloacae*; EN4 de *Kluyvera ascorbata*; HPF14 de *B. thuringiensis* var. *kurstaki*; PEP91 de *E. cloacae*; R14 de *B. subtilis*; PEP81 de *B. amyloliquefaciens*; C116 de *B. pumilus*; C240 de *B. cereus*; EN5 de *Alcaligenes piechaudi* e C25 de *B. thuringiensis* var. *kenyae*, em laboratório. Para cada tratamento, utilizaram-se cinco folhas de couve, pulverizadas com suspensões dos isolados e a testemunha com água destilada. Os discos tratados foram oferecidos para cada dez lagartas de *P. xylostella* com idade de 0-24 h. Somente a viabilidade das fases pupal e pós-embrionária foi afetada pelos isolados, sendo esta última fase a que melhor expressou os efeitos deletérios dos isolados de BPCP. Os isolados EN4 e EN5 foram os mais eficientes, reduzindo em 80 e 50%, respectivamente, a viabilidade pós-embrionária. Porém, os isolados HPF14, PEP81 e RAB7 também apresentam potencial para utilização, devendo ser estudados em novas pesquisas.

**Palavras-chave adicionais:** insecta; entomopatógenos; traça-das-crucíferas; brássicas.

## Abstract

THULER, R. T.; BARROS, R.; MARIANO, R. DE L. R.; VENDRAMIM, J. D. Effect of plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) on the development of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: plutellidae) in cabbage. **Científica**, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 217-222, 2006.

Viewing to evaluate the effects of endophytic and epiphytic strains of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) on the development of *Plutella xylostella*, the epiphytic and endophytic strains RAB7 of *Bacillus megaterium* pv. *Cerealis*, C210 of *B. cereus*, ENF14 of *Enterobacter cloacae*, EN4 of *Kluyvera ascorbata*, HPF14 of *B. thuringiensis* subvar. *Kurstakii*, PEP91 of *E. cloacae*, R14 of *B. subtilis*, PEP81 of *B. amyloliquefaciens*, C116 of *B. pumilus*, C240 of *B. cereus*, EN5 of *Alcaligenes piechaudi*, and C25 of *B. thuringiensis* subvar. *kenyae* were used. For each treatment five cabbage leaf disks, sprayed with suspensions of strains were used; the control was sprayed with distilled water. The treated disks were offered to ten *Plutella xylostella* larvae, aged between 0 and 24 h. Only the viability of pupal and post-embryonic phases were affected by the strains; the pupal phase was the best to show the deleterious effects of the strains of PGPR. EN4 and EN5 were the most efficient strains, reducing by 80 and 50%, respectively, the post-embryonic viability. However, the HPF14, PEP81 and RAB7 strains also showed potential for use; they are to be studied in further research.

**Additional keywords:** insecta; entomopathogens; diamondback moth; Brassicas.

Em todo o mundo, a praga que provoca as maiores perdas em plantações de brássicas, principalmente repolho, é a traça-das-crucíferas *Plutella xylostella* L. (ULMER, et al., 2002). Esse inseto pode provocar perdas de até 100% na cultura,

independentemente do período de desenvolvimento da planta em que ocorre, sendo que o prejuízo excedeu a 1 bilhão de dólares, anualmente, em 1993, nos Estados Unidos (TALEKAR & SHELTON, 1993).

Por consecutivos anos, a alternativa mais

empregada para seu controle tem sido a pulverização dos plantios com inseticidas químicos, contra os quais, a praga vem apresentando freqüente resistência (GEORGHIOU & LAGUNES-TEJADA, 1991; BARROS et al., 1993; CASTELO BRANCO & GATEHOUSE, 1997; CASTELO BRANCO & MELO, 2002; CASTELO BRANCO et al., 2003).

Para minimizar os problemas decorrentes da utilização incorreta de inseticidas químicos, uma das alternativas empregadas é o controle biológico através da aplicação de inseticidas à base da bactéria entomopatogênica *Bacillus thuringiensis* (Bt).

Os resultados de controle obtidos inicialmente com Bt tornaram freqüente sua utilização; no entanto, a maioria dos produtos encontrados no mercado são formulados com *B. thuringiensis* var. *kurstaki*, que expressa as toxinas Cry1A(a), Cry1A(b) ou Cry1A(c). Isto significa que as ligações das toxinas com o epitélio, no intestino do inseto, ocorrem através dos mesmos receptores de membrana, facilitando o aparecimento de populações resistentes, o que já vem sendo relatado (TANG et al., 1996).

As primeiras observações da expressão de resistência de insetos a Bt foram em experimentos com pressão de seleção, em laboratório. Somente para *P. xylostella* foram constatadas populações de campo resistentes a Bt. Essas populações foram relatadas no Estados Unidos, América Central e Ásia (PEREZ & SHELTON, 1997; TABASHNIK, 1994; WRIGHT et al., 1997; ZHAO et al., 1993).

Para resolver estes problemas, vários podem ser os caminhos, incluindo-se o manejo da resistência (TABASHNIK et al., 1998), que pode ser realizado através da utilização de diferentes bactérias entomopatogênicas eficientes contra a praga, formulações mistas de diferentes bactérias ou de variedades de Bt, que apresentem vários Cry (isolada ou conjuntamente). Para tanto, são necessários ainda muitos estudos, uma vez que são escassos os resultados envolvendo outros gêneros ou espécies de bactérias com potencial de controle igual ou próximo aos resultados obtidos com Bt.

Um grupo de bactérias com potencial para utilização no controle de pragas inclui as denominadas Promotoras do Crescimento de Plantas (BPCP). De forma geral, as BPCPs têm sido relacionadas a estímulos gerados na própria planta pela atuação em diferentes caminhos metabólicos, principalmente nas rotas relacionadas ao Ácido Salicílico (SA), Jasmonato (JA) e Etileno (FIDANTSEF et al., 1999; STOUT et al., 1999; BOSTOCK, 1999). Nas plantas, esses compostos agem

como elicitores para a indução de defesas intrínsecas, que se mantêm inativas na ausência dos mesmos. Esse processo, denominado indução de resistência, leva a planta a produzir ou aumentar a produção de compostos como inibidores de proteinase, polifenóis e glicocalcólides, entre outros (FINDANTSEF et al., 1999).

As BPCPs são mundialmente reconhecidas como eficientes contra fungos e outras bactérias causadoras de doenças em plantas (MARIANO & ROMEIRO, 2000; ROMEIRO, 2000) e, recentemente, descobriu-se que elas também possuem efeito contra insetos herbívoros (AZEVEDO et al., 2000; AZEVEDO et al., 2002; FELTON & KORTH, 2000), sendo que as causas desses efeitos ainda não se encontram bem elucidadas.

Como exemplo de alguns resultados de BPCP para insetos, podem ser citadas a alteração no crescimento larval e a redução da emergência de adultos, causada por *Pseudomonas maltophilia* em *Helicoverpa zea* (BONG & SIKOROWSKI, 1991).

Ao grupo das BPCPs estão relacionados vários gêneros de bactérias, incluindo os *Bacillus*. Essa informação levou à suposição de que algumas outras bactérias desse grupo podem ter, ainda, ação entomopatogênica similar ao observado para os Bt.

A possível ação de algumas BPCPs como entomopatogênicas gerou o objetivo deste trabalho, que é verificar a eficiência direta de alguns isolados de BPCP contra *P. xylostella*.

## Material e métodos

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos e Biologia de Insetos, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, sob temperatura de  $26 \pm 2$  °C, UR de  $70 \pm 10\%$  e fotofase de 12 h.

**Criação da traça-das-crucíferas.** Os insetos usados nos experimentos foram provenientes da criação-estoque do laboratório de Biologia de Insetos da Área de Fitossanidade da UFRPE, criados em folhas de couve, *Brassica oleracea* var. *acephala* DC. 'Manteiga', de acordo com os procedimentos recomendados por BARROS (1998).

**Obtenção e Manutenção dos Isolados de BPCP.** Os isolados de BPCP, endofíticos e epifíticos (Tabela 1), foram provenientes da coleção do Laboratório de Fitobacteriologia da Área de Fitossanidade do Departamento de Agronomia da UFRPE.

Tabela 1 - Planta hospedeira e localização dos isolados das Bactérias Promotoras do Crescimento de Plantas (BPCP) usadas na pesquisa.

Table 1 - Host plant and location of the Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) strains used in the research.

Espécies/species	Isolados/strains	Plantas hospedeiras/Host plants	Localização/location
<i>Bacillus megaterium</i> pv. <i>cerealis</i>	RAB7	<i>Raphanus sativus</i> (folha - leaf)	Epifítica
<i>B. cereus</i>	C210	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>acephala</i> (folha)	Epifítica
<i>Enterobacter cloacae</i>	ENF14	<i>Phaseolus vulgaris</i> (semente - seed)	Endofítica
<i>Kluyvera ascorbata</i>	EN4	<i>B. oleracea</i> var. <i>capitata</i> (folha)	Endofítica
<i>B. thuringiensis</i> var. <i>kurstakii</i>	HPF14	<i>Heliconia</i> sp. (folha)	Epifítica
<i>E. cloacae</i>	PEP91	<i>Cucumis sativus</i> (semente)	Epifítica
<i>B. subtilis</i>	R14	<i>B. oleracea</i> var. <i>capitata</i> (folha)	Epifítica
<i>B. amyloliquefaciens</i>	PEP81	<i>C. sativus</i> (folha)	Epifítica
<i>B. pumilus</i>	C116	<i>B. oleracea</i> var. <i>acephala</i> (folha)	Epifítica
<i>B. cereus</i>	C240	<i>B. oleracea</i> var. <i>acephala</i> (folha)	Epifítica
<i>Alcaligenes piechaudii</i>	EN5	<i>B. oleracea</i> var. <i>capitata</i> (folha)	Endofítica
<i>B. thuringiensis</i> var. <i>kenyae</i>	C25	<i>B. oleracea</i> var. <i>acephala</i> (folha)	Epifítica

The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

Inicialmente, as bactérias preservadas em água foram recuperadas em placas de Petri, contendo o meio de cultura NYDA (PUSSEY & WILSON, 1984), pelo método de estrias, para obtenção de colônias isoladas. Estas colônias foram repicadas para tubos de ensaio contendo o mesmo meio, incubadas por 24 h e mantidas em geladeira a 5 °C. Este processo foi repetido a cada 15 dias para a manutenção dos isolados.

**Efeito de BPCP no Desenvolvimento de *P. xylosteella*.** Os isolados foram repicados para novos tubos de ensaio contendo meio NYDA e, após 36-48h de cultivo a 25 °C, foram preparadas as suspensões bacterianas em água destilada esterilizada, contendo o espalhante adesivo Tween 80 a 0,05%, na concentração de aproximadamente  $9 \times 10^8$  cel/mL, aferida de acordo com a escala de McFarland.

Após o preparo das suspensões, discos com 8 cm de diâmetro de folha de couve 'Manteiga' foram pulverizados com 10 mL da suspensão de cada isolado, utilizando-se de minipulverizador, sendo que a testemunha foi pulverizada apenas com água destilada e Tween 80. Os discos foram então colocados sobre papel-filtro, em condição ambiente, até a secagem da superfície.

Os discos de couve, tratados com as suspensões bacterianas, foram transferidos para placas de Petri,

sobre papel-filtro levemente umedecido com água destilada; dez larvas de *P. xylosteella* recém-eclodidas foram colocadas em cada disco, sendo as placas envolvidas com filme plástico de PVC. Devido ao hábito minador que a traça-das-crucíferas apresenta no primeiro instar, decorridos quatro dias, os discos de folha foram trocados por novos discos não-tratados, quando se iniciaram as avaliações da duração e da viabilidade das fases larval, pupal e larval + pupal somadas, ou seja, da fase pós-embrionária.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com treze tratamentos e cinco repetições, com dez larvas cada. Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias, comparadas entre si, pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

## Resultados e discussão

Os tratamentos com BPCP tiveram pequena influência na fase larval de *P. xylosteella*, sendo observada diferença estatística significativa apenas entre o tratamento 1, com o isolado RAB7 de *Bacillus megaterium* pv. *Cerealis*, e o tratamento 12, com o isolado C25 de *B. thuringiensis* var. *kenyae*,

tendo o primeiro mostrado maior período larval (8,06 dias) em relação ao segundo citado (7,3 dias) (Figura 1). A viabilidade larval foi levemente alterada pelos tratamentos, porém sem mostrar diferenças significativas em relação à testemunha.

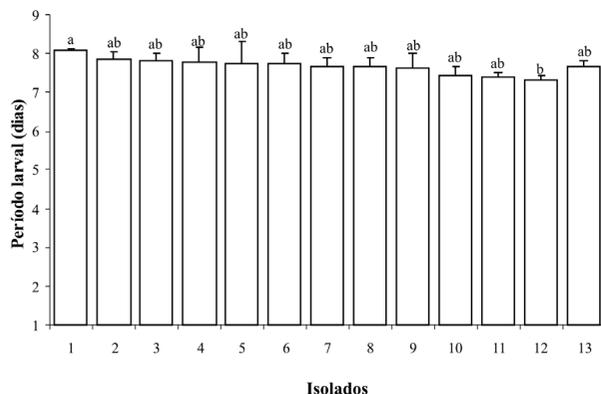


Figura 1 - Duração (+CI) da fase larval de *P. xylostella* alimentada em folhas de couve *B. oleracea* var. *acephala* 'Manteiga' tratadas com suspensões dos isolados epifíticos e endofíticos de BPCP: 1- RAB7 de *B. megaterium* pv. *cerealis*; 2- C210 de *B. cereus*; 3- ENF14 de *E. cloacae*; 4- EN4 de *K. ascorbata*; 5- HPF14 de *B. thuringiensis* var. *kurstakii*; 6- PEP91 de *E. cloacae*; 7- R14 de *B. subtilis*; 8- PEP81 de *B. amyloliquefaciens*; 9- C116 de *B. pumilus*; 10- C240 de *B. cereus*; 11- EN5 de *A. piechaudi*; 12- C25 de *B. thuringiensis* var. *kenyae*; 13- Testemunha. Temperatura:  $26 \pm 2^\circ\text{C}$ , UR de  $70 \pm 10\%$  e 12h de fotofase. <sup>1</sup>Colunas com a mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Figure 1 - Duration (+CI) of the larval phase of *P. xylostella* fed on cabbage leaves *B. oleracea* var. *acephala* 'Butter' treated with suspensions of the epiphyte and endophyte strains of PGPR.

<sup>1</sup>Values sharing the same letter are not significantly different according to Tukey's test

The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

Na fase pupal, os tratamentos não afetaram a duração, mas mostraram grande influência sobre a viabilidade. Os isolados EN4 de *Kluyvera ascorbata*, EN5 de *Alcaligenes piechaudii*, HPF14 de *B. thuringiensis* var. *kurstaki*, RAB7 de *B. megaterium* pv. *cerealis* e PEP81 de *B. amyloliquefaciens* foram os que mais reduziram a viabilidade pupal, com especial destaque para o isolado EN4, único a diferir significativamente da testemunha (Figura 2).

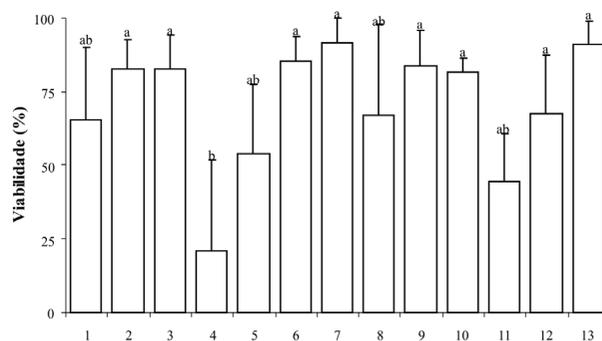


Figura 2 - Viabilidade (+CI) da fase pupal de *P. xylostella* proveniente de lagartas alimentadas em folhas de couve *B. oleracea* var. *acephala* 'Manteiga' tratadas com suspensões dos isolados epifíticos e endofíticos de BPCP: 1- RAB7 de *B. megaterium* pv. *cerealis*; 2- C210 de *B. cereus*; 3- ENF14 de *E. cloacae*; 4- EN4 de *K. ascorbata*; 5- HPF14 de *B. thuringiensis* var. *kurstakii*; 6- PEP91 de *E. cloacae*; 7- R14 de *B. subtilis*; 8- PEP81 de *B. amyloliquefaciens*; 9- C116 de *B. pumilus*; 10- C240 de *B. cereus*; 11- EN5 de *A. piechaudi*; 12- C25 de *B. thuringiensis* var. *kenyae*; 13- Testemunha. Temperatura:  $26 \pm 2^\circ\text{C}$ , UR de  $70 \pm 10\%$  e 12h de fotofase. <sup>1</sup>Colunas com a mesma letra não diferem entre si; pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Figure 2 - Viability (+CI) of the pupal phase of *P. xylostella* fed on cabbage leaves *B. oleracea* var. *acephala* 'Butter' treated with suspensions of epiphyte and endophyte strains of PGPR.

<sup>1</sup>Values sharing the same letter are not significantly different according to Tukey's test.

The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

A influência na viabilidade pós-embrionária mostrou claramente o efeito cumulativo das reduções ocorridas na viabilidade larval e pupal. No período pós-embrionário, repetiram-se os resultados ocorridos para a fase de pupa, ou seja, os isolados que mais reduziram a viabilidade foram EN4, EN5, HPF14, RAB7 e PEP81, novamente com especial destaque para o isolado EN4, único a diferir significativamente da testemunha (Figura 3).

A localização endofítica ou epifítica das bactérias isoladas das plantas não influenciou claramente nos resultados obtidos, uma vez que, entre os cinco melhores, dois são endofíticos (EN4 e EN5) e três são epifíticos (RAB7, HPF14 e PEP81). No entanto, é possível fazer uma relação dos bons resultados com o hospedeiro do qual as bactérias foram isoladas, já que as maiores reduções na viabilidade de *P. xylostella* foram promovidas pelos isolados EN4 e EN5, endofíticos de repolho *B. oleracea* var. *capitata*, hospedeiro preferencial da praga em estudo (Tabela 1).

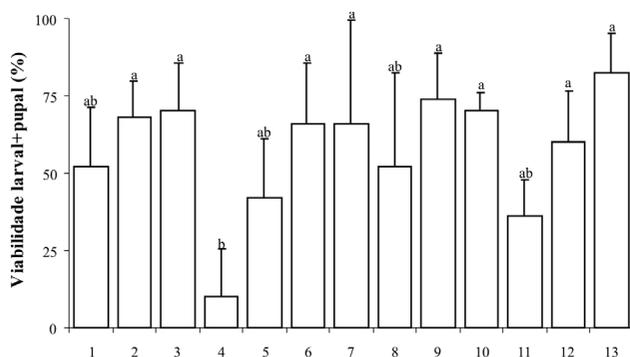


Figura 3 - Viabilidade total (+IC) da fase imatura (larva + pupa) de *P. xylostella* alimentada em folhas de couve *B. oleracea* var. *acephala* 'Manteiga' tratadas com suspensões dos isolados epifíticos e endofíticos de BPCP: 1- RAB7 de *B. megaterium* pv. *cerealis*; 2- C210 de *B. cereus*; 3- ENF14 de *E. cloacae*; 4- EN4 de *K. ascorbata*; 5- HPF14 de *B. thuringiensis* var. *kurstakii*; 6- PEP91 de *E. cloacae*; 7- R14 de *B. subtilis*; 8- PEP81 de *B. amyloliquefaciens*; 9- C116 de *B. pumilus*; 10- C240 de *B. cereus*; 11- EN5 de *A. piechaudii*; 12- C25 de *B. thuringiensis* var. *kenya*; 13- Testemunha. Temperatura:  $26 \pm 2^\circ\text{C}$ , UR de  $70 \pm 10\%$  e 12h de fotofase. <sup>1</sup>Colunas com a mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Figure 3 - Total viability (+CI) of the immature phase of *P. xylostella* fed on cabbage leaves *B. oleracea* var. *acephala* 'Butter' treated with suspensions of epiphyte and endophyte strains of PGPR.

<sup>1</sup>Values sharing the same letter are not significantly different according to Tukey's test.

The numbers after the comma are decimals. Example: 1,1 = one and one tenth.

Os isolados EN4 de *K. ascorbata* e EN5 de *A. piechaudii*, pouco referenciados na literatura em pesquisas com insetos, também devem ser destacados por terem reduzido a viabilidade de *P. xylostella* em cerca de 80 a 50%, respectivamente. Esses resultados indicam um campo vasto de pesquisas a serem realizadas para explorar o potencial dessas bactérias; pois, além do exposto, para os isolados EN4 e EN5, foram observados resultados superiores aos obtidos para o isolado de *B. thuringiensis* var. *kurstakii* (HPF14), reconhecidamente entomopatogênica e mundialmente utilizada no controle de várias pragas.

Os resultados obtidos para HPF14 foram também satisfatórios, pois o tratamento com este isolado promoveu reduções na viabilidade pós-embriônica superiores a 50% (Figura 3); no entanto, pode não ter ocorrido uma expressão total de seu potencial em função do período de incubação da colônia (36 a 48 h), utilizado no bioensaio. Esse tempo, aliado à utilização de um meio rico (NYDA), pode não ter sido suficiente

para esporulação de *B. thuringiensis*, pois são esses esporos que, juntamente com os cristais, aumentam sua virulência contra insetos. Contudo, uma vez que o potencial entomopatogênico das outras bactérias utilizadas não é conhecido, esse tempo inferior foi determinado para que as mesmas fossem utilizadas em sua fase logarítmica.

A possibilidade de utilização de novas bactérias como entomopatogênicas é cada vez mais importante, pois ainda são obtidos resultados eficientes de *B. thuringiensis* no controle de pragas, inclusive para *P. xylostella*, como os citados por CASTELO BRANCO et al. (2003), que observaram 100% de mortalidade para larvas de segundo instar e os relatados por DIAS et al. (2004), em trabalho com *B. thuringiensis* das variedades *kurstaki* e *aizawai*, em formulações comerciais.

Apesar desses resultados, é crescente o aparecimento de populações de *P. xylostella* resistentes à bactéria, em nível de campo, por todo o mundo (PEREZ & SHELTON, 1997; TABASHNIK, 1994; WRIGHT et al., 1997; ZHAO et al., 1993), ficando comprovado, em laboratório, o potencial de surgimento de novas populações resistentes (TANG et al., 1996).

Neste contexto, a utilização de novas bactérias como entomopatogênicas torna-se ainda mais importante para utilização no manejo da resistência de insetos a *B. thuringiensis*.

## Conclusões

1. O isolado EN4 de *K. ascorbata* possui alta ação entomopatogênica e destaca-se como alternativa à utilização de *B. thuringiensis*.
2. Os isolados EN5 de *A. piechaudii* e HPF14 de *B. thuringiensis* var. *kurstakii* apresentam grande potencial para utilização contra *P. xylostella*.
3. Novas pesquisas devem ser realizadas com os isolados EN4, EN5, HPF14, PEP81 e RAB7, tanto para *P. xylostella*, como para outras pragas, devido ao potencial apresentado por eles.

## Agradecimentos

Os autores expressam seus agradecimentos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de Mestrado ao primeiro autor, e ao CNPq, pela bolsa de Produtividade em Pesquisa da terceira autora.

## Referências

- AZEVEDO, J. L.; MACCHERONI JÚNIOR, W.; PEREIRA, J. O.; ARAÚJO, W. L. Endophytic microorganisms: a review on insect control and recent advances on tropical plants. **Electronic Journal of Biotechnology**, Valparaíso, CHL, v.3, p.40-62, 2000.

- AZEVEDO, J. L.; MACCHERONI JÚNIOR, W.; ARAÚJO, W. L.; PEREIRA, J. O. Microrganismos endofíticos e seu papel em plantas tropicais. In: SERAFINI, L. A.; BARROS, N. M.; AZEVEDO, J. L. **Biotecnologia: avanços na agricultura e na agroindústria**. Caxias do Sul: EDUCS, 2002. p.233-268.
- BARROS, R. **Efeito de cultivares de repolho Brassica oleracea var. capitata (L.) na biologia da traça-das-crucíferas, Plutella xylostella (L., 1758) e do parasitóide Trichogramma pretiosum Riley, 1879**. 1998. 99f. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.
- BARROS, R.; ALBERT JUNIOR, I. B.; OLIVEIRA, A. J.; SOUZA, A. C. F.; LOGES, V. Controle químico da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) em repolho. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Piracicaba, v.22, p.463-469, 1993.
- BONG, C. F. J.; SIKOROWSKI, P. P. Effects of cytoplasmic polyhedrosis virus and bacterial contamination on growth and development of the corn earworm, *Helicoverpa zea*. **Journal of Invertebrate Pathology**, Orlando, v.57, p.406-412, 1991.
- BOSTOCK, R. M. Signal conflicts end synergies in induced resistance to multiple attackers. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v.55, p.99-109, 1999.
- CASTELO BRANCO, M.; GATEHOUSE, A. G. Inseticide resistance in *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutidae) in the Federal District, Brazil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Piracicaba, v.26, p.75-79, 1997.
- CASTELO BRANCO, M.; FRANÇA, F. H.; PONTES, L. A.; AMARAL, P. S. T. Avaliação da suscetibilidade a inseticidas em populações de traça-das-crucíferas de algumas áreas do Brasil. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, p.549-552, 2003.
- CASTELO BRANCO, M.; MELO, C. A. Resistência a abamectin e cartap em populações de traça-das-crucíferas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, p.541-543, 2002.
- DIAS, D. G. S.; SOARES, C. M. S.; MONNERAT, R. Avaliação de larvicidas de origem microbiana no controle da traça-das-crucíferas em couve-flor. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, p.553-556, 2004.
- FELTON, G. W.; KORTH, K. L. Trade-offs between pathogen and herbivore resistance. **Current Opinion in Plant Biology**, London, v.3, p.309-314, 2000.
- FIDANTSEF, A. L.; STOUT, M. J.; THALER, J. S.; DUFFEY, S. S.; BOSTOCK, R. M. Signal interactions in pathogen and insect attack: expression of lipoxygenase, proteinase inhibitor II, and pathogenesis-related protein P4 in the tomato, *Lycopersicon esculentum*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v.54, p.97-114, 1999.
- GEORGHIOU, G. P.; LAGUNES-TEJADA, A. The occurrence of resistance to pesticides in arthropods. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1991-318p.
- MARIANO, R. L. R.; ROMEIRO, R. S. Indução de resistência sistêmica mediada por rizobactérias promotoras de crescimento de plantas. In: MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L. **Controle biológico**. Jaguariúna: EMBRAPA, 2000. p. 305-324.
- PEREZ, C. J.; SHELTON, A. M. Resistance of *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) to *Bacillus thuringiensis* Berliner in Central America. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v.90, p.87-93, 1997.
- PUSSEY, P. L.; WILSON, C. L. Postharvest biological control of stone fruit brown rot by *Bacillus subtilis*. **Plant Disease**, St Paul, v.68, p.753-756, 1984.
- ROMEIRO, R. S. PGPR e indução de resistência sistêmica em plantas a patógenos. **Summa Phytopatologica**, Botucatu, v.26, p.177-184, 2000.
- STOUT, M. J.; FIDANTSEF, A. L.; DUFFEY, S. S.; BOSTOCK, R. M. Signal interactions in pathogen and insect attack: systemic plant-mediated interactions between pathogens and herbivores of the tomato, *Lycopersicon esculentum*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v.54, p.115-130, 1999.
- TABASHNIK, B. E. Evolution of resistance to *Bacillus thuringiensis*. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.39, p.47-79, 1994.
- TABASHNIK, B. E.; LIU, Y. B.; MALVAR, T.; HECKEL, D. G.; MASSON, L.; FERRÉ, J. Insect resistance to *Bacillus thuringiensis*: uniform or diverse? **Philosophical Transactions of The Royal Society**, London, v.353, p.1.751-1.756, 1998.
- TALEKAR, N. S.; SHELTON, A. M. Biology, ecology and management of the diamondback moth. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v.38, p.275-301, 1993.
- TANG, J. D.; SHELTON, A. M.; VAN RIE, J.; DE ROECK, S.; MOAR, W. J.; ROUSH, R. T.; PEFFEROEN, M. Toxicity of *Bacillus thuringiensis* spore and crystal protein to resistant diamondback moth (*Plutella xylostella*). **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v.62, p.564-569, 1996.
- ULMER, B. C.; GILLOTT, C.; WOODS, D.; ERLANDSON, M. Diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.), feeding and oviposition preferences on glossy and waxy *Brassica rapa* (L.) lines. **Crop Protection**, Kidlington, v.21, p.327-331, 2002.
- WRIGHT, D. J.; IQBAL, M.; GRANERO, F.; FERRÉ, J. A change in a single midgut receptor in the diamondback moth *Plutella xylostella* is only part responsible for field resistance to *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* and *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v.63, p.1.814-1.819, 1997.
- ZHAO, J. Z.; ZHU, G. R.; ZHU, Z. L.; WANG, W. Z. Resistance of diamondback moth to *Bacillus thuringiensis* in China. Resistance **Pest Management**, Washington, v.5, p.11-12, 1993.

Recebido em 7-3-2005  
Aceito para publicação em 19-5-2006