

EFEITO DO MÉTODO DE APLICAÇÃO DE BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO DE PLANTAS E CULTIVARES DE REPOLHO NO DESENVOLVIMENTO DE *Plutella xylostella* (L.)

ROBSON THOMAS THULER¹
REGINALDO BARROS²
ROSA DE LIMA RAMOS MARIANO²

¹Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo.

²Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco.

RESUMO

EFEITO DO MÉTODO DE APLICAÇÃO DE BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO DE PLANTAS E CULTIVARES DE REPOLHO NO DESENVOLVIMENTO DE *Plutella xylostella* (L.)

A pesquisa foi desenvolvida no Núcleo de Resistência de Plantas a Insetos e Biologia de Insetos da UFRPE com o objetivo de avaliar o efeito associado do método de aplicação de Bactérias Promotoras de Crescimento de Plantas (BPCP) e cultivares de repolho no desenvolvimento de *Plutella xylostella*. Foram utilizadas quatro BPCP, sendo duas endofíticas EN4, *Kluyvera ascorbata* e EN5, *Alcaligenes piechaudii* e duas epifíticas RAB7, *Bacillus megaterium* pv. *cerealis* e HPF14, *B. thuringiensis* subvar. *kurstakii*. Os métodos de aplicação de BPCP testados foram: pulverização em folhas; em folhas + larvas e em larvas. Em cada tratamento, discos de folha de repolho, *Brassica oleracea* var. *capitata*, cvs. Dínamo e Midori, com 8 cm de diâmetro, pulverizados com suspensões bacterianas foram transferidos para placas de Petri. As larvas foram transferidas para as folhas logo após a pulverização, dependendo do tratamento. Após quatro dias, os discos foram trocados por outros não tratados, iniciando-se as avaliações da duração e viabilidade larval e pupal. Cada tratamento teve cinco repetições contendo 10 larvas de primeiro instar. Para todos os tratamentos foi tomada uma testemunha, em iguais condições, pulverizada com água destilada. A maior influência das BPCP foi observada quando o isolado EN4 pulverizado na larva reduziu de 77,5 para 16% a viabilidade larval de *P. xylostella* em folhas da cv. Midori. Independente do método de aplicação, a viabilidade da fase pupal na cv. Midori também foi drasticamente reduzida pelo isolado EN4, de 65,3; 81,6 e 71,8 para 16,7; 17,3 e 26,7%, respectivamente, pela aplicação em folhas, folha + larva e larva.

Termos para indexação: Insecta, indução de resistência, traça-das-crucíferas, repolho.

ABSTRACT

EFFECT OF THE APPLICATION METHOD OF PLANT GROWTH-PROMOTING RHIZOBACTERIA AND CABBAGE CULTIVAR IN THE CONTROL OF *Plutella xylostella*

This research was performed in the Núcleo de Resistência de Plantas a Insetos e Biologia de Insetos of Universidade Federal Rural de Pernambuco aiming to evaluate the combining effect of the application method of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) and cabbage cultivars in the *Plutella xylostella* development. The PGPR strains tested were two endophytes EN4 – *Kluyvera ascorbata* and EN5 – *Alcaligenes piechaudii* and two epiphytes RAB7 – *Bacillus megaterium* pv. *cerealis* and HPF14 – *B. thuringiensis* subvar. *kurstakii*. The application methods evaluated were: spraying leaves, leaves + larvae, and larvae. In each treatment 8 cm-leaf disks of cabbage *Brassica oleracea* var. *capitata* cvs. Dinamo and Midori sprayed with bacterial suspensions were transferred to Petri dishes. Then first instar larvae were placed on leaves just after spraying, depending on treatment. Four days latter disks were changed by non treated ones and evaluations of larval and pupal duration and viability were started. Each treatment consisted of five replicates with 10 larvae. In all treatments controls were sprayed with distilled water. The best PGPR influence was observed when EN4 was sprayed on *P. xylostella* larvae and their viability was reduced from 77.5 to 16% on 'Midori' leaves. Independent of the application method the viability of the pupal phase in 'Midori' was also drastically reduced by EN4 strain, from 65.3, 81.6 and 71.8 to 16.7, 17.3 and 26.7%, respectively when spraying leaves, leaves + larvae, and larvae.

Index terms: Insecta, induction resistance, diamondback moth, cabbage.

1. INTRODUÇÃO

A utilização de cultivares resistentes no controle da traça-das-crucíferas *Plutella xylostella* L. tem sido muito estudada. No entanto, a maioria dos trabalhos com resistência, baseia-se em características constitutivas (Lin *et al.* 1983, Lin *et al.*, 1984; Eigenbrode *et al.*, 1990; Eigenbrode *et al.*, 1991; Ulmer *et al.*, 2002), na maioria das vezes desconhecidas para cultivares e híbridos comerciais, que são selecionados, principalmente devido à superioridade das características organolépticas, preponderantes na escolha pelo consumidor. No entanto, esse melhoramento é

realizado, geralmente, sem a preocupação com a redução no grau de resistência intrínseco da espécie vegetal.

As injúrias causadas por insetos (danos) ou a colonização por microrganismos podem desencadear nas plantas a produção de substâncias elicitoras de compostos, muitas vezes envolvidos na resistência das plantas a doenças e/ou a pragas (Fidantsef *et al.*, 1999; Stout *et al.*, 1999; Bostock, 1999; Felton & Korth, 2000; Ramamoorthy *et al.*, 2001). Tal fenômeno é denominado de Resistência Induzida (RI).

A resistência pode ser induzida por diversos fatores intrínsecos ou extrínsecos. Dentre estes, a indução por microrganismos vem sendo estudada com relevantes resultados no controle de doenças de plantas, principalmente utilizando-se as Bactérias Promotoras do Crescimento de Plantas (BPCP) (Baker 1986, Mariano & Romeiro, 2000; Romeiro, 2000).

As BPCP podem ser endofíticas ou epifíticas (Mariano & Romeiro, 2000; Romeiro 2000). São consideradas epifíticas se vivem na superfície das plantas sem colonizar o seu interior promovendo, geralmente, alterações benéficas. São endofíticas se, pelo menos por um período do seu ciclo vital, habitam o interior das plantas sem lhes causar danos representativos (Azevedo *et al.*, 2000; Azevedo *et al.*, 2002), podendo, devido à simbiose com esse hospedeiro, torná-lo mais tolerante a estresses e promover seu crescimento (Hallmann *et al.*, 1997).

Tomczyk (1999) relatou que *Pseudomonas* sp. isolado P-112 aplicado em sementes de cucurbitáceas induziu resistência ao ácaro *Tetranychus cinabarinus* (Boisduval). As plantas originadas das sementes bacterizadas foram infestadas com fêmeas do ácaro, observando-se, posteriormente, 40% de supressão na população, além de reduções de até 18% na fecundidade.

Zehnder *et al.* (1997) em experimentos de campo com BPCP relataram que a redução na população de *Diabrotica undecimpunctata hawardi* Barber e *Acalymma vittatum* (F.), ocasionada pelos isolados INR-7 (*Bacillus pumillus*) e 90-166 (*Serratia marcescens*) foi superior a redução ocorrida no tratamento com inseticida. O baixo número de insetos e danos causados nas cucurbitáceas tratadas com BPCP foi atribuído à redução no teor de cucurbitacina nas plantas, ocasionada por essas bactérias, tendo em vista que esta substância está intimamente relacionada ao estímulo alimentar para as duas pragas. Tal suposição foi comprovada pelos autores através da análise de HPLC, feita em plantas com e sem bacterização.

A aplicação das suspensões de isolados de BPCP, sendo eles epifíticos ou endofíticos, em folhas previamente destacadas de plantas não permite a indução de

resistência nas mesmas, devido à paralisação das atividades metabólicas nessas folhas. Portanto, os efeitos obtidos nesse caso estão relacionados a atividades entomopatogênicas. O uso de isolados endofíticos de BPCP aliado ou não a cultivares que apresentam diferentes graus de resistência pode ser uma boa opção para aumentar a proteção de plantas contra insetos.

Diante do exposto e devido ao reduzido conhecimento sobre as BPCP no controle de insetos, sobretudo no Brasil, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito associado do método de aplicação dessas bactérias e cultivares comerciais de repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.), sem grau de resistência definido, no desenvolvimento de *P. xylostella*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Núcleo de Resistência de Plantas a Insetos e Biologia de Insetos, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, sob temperatura de $26 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

2.1. 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 *B. oleracea* var. *acephala* DC. cv. Manteiga, de acordo com os procedimentos recomendados por Barros (1998).

2.2. Obtenção e Manutenção dos isolados.

Os isolados de BPCP, endofíticos EN4, *Kluyvera ascorbata* e EN5, *Alcaligenes piechaudii* (ambos obtidos de folha de repolho) e os epifíticos RAB7, *Bacillus megaterium* pv. *cerealis* (obtido de folha de rabanete, *Raphanus sativus* L.) e HPF14, *B. thuringiensis* subvar. *kurstakii* (obtido de folha de helicônia, *Heliconia* sp.), foram provenientes da Coleção de Culturas do Laboratório de Fitobacteriologia da Área de Fitossanidade do Departamento de Agronomia da UFRPE.

As bactérias preservadas em água foram recuperadas em meio de cultura NYDA (Pussey & Wilson 1984) e após 24 h foram transferidas para tubos com o mesmo meio, sendo mantidas em geladeira (5 °C), com repicagens periódicas a cada 15 dias.

2.3. Efeito de BPCP no desenvolvimento de *P. xylostella*.

A partir de culturas com 36 a 48h em NYDA foram preparadas suspensões com concentração aproximada de 9×10^8 cel/ml, aferidas de acordo com a escala de McFarland.

Os métodos de aplicação de BPCP testados foram: 1 – pulverização em folhas; 2 – pulverização em larvas + folhas e 3 – pulverização em larvas. Para todos os tratamentos foi tomada uma testemunha em iguais condições, pulverizada com água destilada, utilizando-se mini pulverizador. O espalhante adesivo Tween 80®, na concentração de 0,05%, foi adicionado às suspensões.

Os discos de folhas de repolho cvs. Dínamo e Midori, com 8 cm de diâmetro, pulverizados, foram colocados sobre papel filtro em condição ambiente, para secagem do excesso da suspensão e posteriormente transferidos para placas de Petri, contendo papel filtro umedecido. As larvas foram transferidas para as folhas logo após a pulverização, de acordo com o tratamento e, posteriormente as placas foram fechadas e envolvidas em filme plástico. Passados quatro dias, os discos de folha foram trocados por novos discos não pulverizados com os isolados bacterianos, quando se iniciou também, a contagem diária para verificação da duração e viabilidade larval e pupal.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial (2 cultivares x 5 isolados x 3 métodos de aplicação) com cinco repetições de dez larvas. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação significativa entre métodos de aplicação e isolados de BPCP com relação à biologia de *P. xylostella*.

A duração da fase larval de *P. xylostella* foi aumentada para 7,5 dias por RAB7, *B. megaterium* pv. *cerealis*, quando aplicado conjuntamente na folha e na larva, sendo este isolado o único a influenciar significativamente a duração da fase larval na cv. Midori (Tabela 1). Já para a cv. Dínamo, os isolados que mais influenciaram a duração da

Tabela 1. - Influência de métodos de aplicação de bactérias promotoras de crescimento de plantas na duração (dias) da fase larval (Média \pm IC) de *Plutella xylostella* alimentadas em folhas de repolho 'Midori' e 'Dinamo'.

Tratamento ¹	n	Folha	n	Folha + Larva	n	Larva
<i>'MIDORI'</i>						
EN4	50	7,1 \pm 0,09 aA ²	50	7,1 \pm 0,10 bA	50	7,0 \pm 0,04 aA
EN5	50	7,1 \pm 0,08 aA	50	7,0 \pm 0,04 bA	50	7,0 \pm 0,04 aA
HPF14	50	7,0 \pm 0,08 aA	50	7,0 \pm 0,04 bA	50	7,0 \pm 0,07 aA
RAB7	50	7,2 \pm 0,16 aA	50	7,5 \pm 0,41 aA	50	7,1 \pm 0,10 aA
TEST	50	7,2 \pm 0,11 aA	50	7,2 \pm 0,11 bA	50	7,1 \pm 0,09 aA
<i>'DÍNAMO'</i>						
EN4	50	7,2 \pm 0,13 abAB	50	7,1 \pm 0,16 bB	50	7,4 \pm 0,34 aA
EN5	50	7,0 \pm 0,04 bB	50	7,6 \pm 0,17 aA	50	7,4 \pm 0,26 aA
HPF14	50	7,1 \pm 0,12 abA	50	7,1 \pm 0,08 bA	50	7,1 \pm 0,17 bA
RAB7	50	7,4 \pm 0,34 aA	50	7,5 \pm 0,10 aA	50	7,1 \pm 0,08 bB
TEST	50	7,2 \pm 0,15 abAB	50	7,1 \pm 0,13 bB	50	7,4 \pm 0,17 aA

¹EN4 = *Kluyvera ascorbata*, EN5 = *Alcaligenes piechaudii*, HPF14 = *Bacillus thuringiensis* subvar. *kurstakii* e RAB7 = *B. megaterium* pv. *cerealis*.

²Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

fase larval foram EN5, *A. piechaudii* e RAB7, alongando essa fase para 7,6 e 7,5 d, respectivamente (Tabela 1). Similarmente à cv. Midori, esse alongamento se deu quando os isolados foram pulverizados conjuntamente na folha + larva.

Comparando-se os efeitos dos isolados entre as cultivares Midori e Dinamo, observou-se que a duração da fase larval foi reduzida na cv. Midori pelos isolados EN4 e EN5 (7 d), em relação à cv. Dinamo (7,2 e 7,3 d respectivamente) (Figura 1A). A redução observada é aparentemente pequena, no entanto, a utilização continuada dos tratamentos citados implica em menor porcentagem de redução foliar pela alimentação da larva durante períodos menores, e pode levar à redução da população, com o acúmulo de gerações.

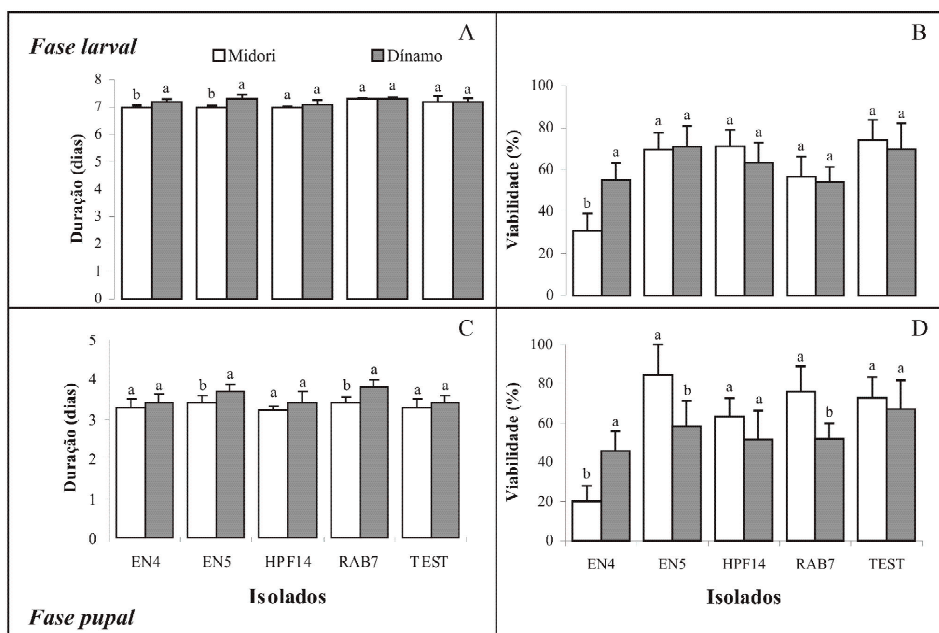


Figura 1. — Duração e viabilidade (Média + IC) das fases larval e pupal de *Plutella xylostella* alimentada em folhas de repolho cvs. Midori e Dínamo tratadas com suspensões dos isolados bacterianos endofíticos EN4, *Kluyvera ascorbata* e EN5, *Alcaligenes piechaudii* e, epifíticos RAB7, *Bacillus megaterium* pv. *cerealis* e HPF14, *B. thuringiensis* subvar. *kurstakii*. Temperatura: $26 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e 12h de fotofase. ¹Colunas com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

A maior influência das BPCP foi observada quando o isolado EN4 pulverizado na larva reduziu a viabilidade larval de *P. xylostella*, de 77,5 para 16%, em folhas da cv. Midori. O tratamento com este isolado foi também o único a diferir quanto ao método de aplicação, apesar da melhor aplicação (larva) não ter diferido significativamente da conjunta (folha + larva) (Tabela 2). Já para a cv. Dínamo, independentemente do método de aplicação empregado, os isolados não apresentaram diferença significativa em relação à testemunha. Já entre os métodos de aplicação, EN5 aplicado à folha reduziu de 72 para 52,5% a viabilidade da fase larval, sem diferir da aplicação na folha + larva (Tabela 2).

Tabela 2. - Influência de métodos de aplicação de bactérias promotoras de crescimento de plantas na viabilidade (%) da fase larval (Média ± IC) de *Plutella xylostella* alimentadas em folhas de repolho 'Midori' e 'Dinamo', tratadas com diferentes aplicações dos isolados de BPCP.

Tratamento ¹	n	Folha	n	Folha + Larva	n	Larva
<i>'MIDORI'</i>						
EN4	50	43,3 ± 3,58 bA ²	50	34,0 ± 14,67 cAB	50	16,0 ± 7,84 bB
EN5	50	57,5 ± 7,27 abA	50	74,0 ± 9,99 abA	50	78,0 ± 15,68 aA
HPF14	50	78,0 ± 23,52 aA	50	66,0 ± 13,29 abA	50	70,0 ± 13,86 aA
RAB7	50	52,0 ± 11,43 abA	50	48,0 ± 20,33 bcA	50	70,0 ± 8,77 aA
TEST	50	63,3 ± 15,60 abA	50	82,0 ± 9,60 aA	50	77,5 ± 12,96 aA
<i>'DÍNAMO'</i>						
EN4	50	60,0 ± 13,86 aA	50	52,0 ± 11,43 aA	50	54,0 ± 25,25 bA
EN5	50	52,5 ± 11,39 aB	50	75,0 ± 13,15 aAB	50	86,0 ± 11,76 aA
HPF14	50	70,0 ± 10,74 aA	50	58,0 ± 7,33 aA	50	62,0 ± 16,86 abA
RAB7	50	43,3 ± 18,94 aA	50	54,0 ± 19,20 aA	50	66,0 ± 23,68 abA
TEST	50	72,0 ± 9,60 aA	50	74,0 ± 13,29 aA	50	64,0 ± 18,18 abA

¹EN4 = *Kluyvera ascorbata*, EN5 = *Alcaligenes piechaudii*, HPF14 = *Bacillus thuringiensis* subvar. *kurstakii* e RAB7 = *B. megaterium* pv. *cerealis*.

²Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

Entre as cultivares Midori e Dinamo foi observada diferença significativa para a viabilidade da fase larval somente no tratamento com EN4, que reduziu para 31,1% essa viabilidade, na cv. Midori (Figura 1B).

A redução na viabilidade da fase larval (61,5%), ocasionada por EN4 quando aplicado sobre as larvas, na cv. Midori pode estar associada a um efeito aditivo entre a ação do isolado e algum mecanismo de resistência existente na referida cultivar. O fato de EN4 ter tido melhor efeito quando aplicado diretamente sobre a larva remete à existência de efeito patogênico que essa BPCP pode apresentar para insetos, sendo necessário, no entanto, a avaliação em pesquisas futuras, dos efeitos deletérios das bactérias sobre esta fase do inseto.

A duração da fase pupal não foi afetada pelos isolados na cv. Midori, apesar de que EN5 quando pulverizado na folha, aumentou para 3,7 dias, essa fase, diferindo do tratamento com o mesmo isolado pulverizado somente na larva, que resultou numa duração de 3,2 dias. No entanto, ambos não diferiram do tratamento com EN5 pulverizado na folha e na larva, conjuntamente (Tabela 3).

Tabela 3. - Influência de métodos de aplicação de bactérias promotoras de crescimento de plantas na duração (dias) da fase pupal (Média \pm IC) de *Plutella xylostella* alimentadas em folhas de repolho 'Midori' e 'Dinamo', tratadas com diferentes aplicações dos isolados de BPCP.

Tratamento ¹	n	Folha	n	Folha + Larva	n	Larva
<i>'MIDORI'</i>						
EN4	50	3,0 \pm 0,04 bB2	50	3,5 \pm 0,31 aA	50	3,5 \pm 0,31 aA
EN5	50	3,7 \pm 0,12 aA	50	3,3 \pm 0,14 aAB	50	3,2 \pm 0,19 aB
HPF14	50	3,4 \pm 0,11 abA	50	3,1 \pm 0,17 aA	50	3,3 \pm 0,30 aA
RAB7	50	3,4 \pm 0,33 abA	50	3,6 \pm 0,42 aA	50	3,4 \pm 0,26 aA
TEST	50	3,3 \pm 0,04 abA	50	3,3 \pm 0,58 aA	50	3,3 \pm 0,28 aA
<i>'DÍNAMO'</i>						
EN4	50	3,5 \pm 0,32 aA	50	3,2 \pm 0,19 bA	50	3,6 \pm 0,26 aA
EN5	50	3,4 \pm 0,25 aB	50	4,3 \pm 0,36 aA	50	3,5 \pm 0,31 aB
HPF14	50	3,3 \pm 0,22 aB	50	3,3 \pm 0,32 bB	50	3,8 \pm 0,27 aA
RAB7	50	3,8 \pm 0,16 aAB	50	4,1 \pm 0,32 aA	50	3,6 \pm 0,33 aB
TEST	50	3,5 \pm 0,52 aA	50	3,2 \pm 0,28 bA	50	3,6 \pm 0,06 aA

¹EN4 = *Kluyvera ascorbata*, EN5 = *Alcaligenes piechaudii*, HPF14 = *Bacillus thuringiensis* subvar. *kurstakii* e RAB7 = *B. megaterium* pv. *cerealis*.

²Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

Na cultivar Dinamo, EN5 e RAB7 pulverizados na folha + larva, alongaram a fase pupal para 4,3 e 4,1 dias respectivamente, diferenciando da testemunha cuja duração foi de 3,2 dias. Ainda nesta cultivar, entre aplicações, somente os tratamentos onde HPF14, *B. thuringiensis* subvar. *kurstakii* e EN5 foram pulverizados na larva e

na folha + larva, respectivamente, foi observada diferença significativa em relação aos outros métodos de aplicação onde esses isolados foram utilizados (Tabela 3).

A duração da fase pupal foi sempre maior para a cultivar *Dinamo*, no entanto, foi observada diferença estatística somente para os tratamentos com EN5 e RAB7 que apresentaram 3,4 dias de duração, na cv. *Midori* (Figura 1C).

A viabilidade da fase pupal na cv. *Midori* foi drasticamente reduzida pelo isolado EN4, independente da pulverização ter sido realizada na folha, na folha + larva ou somente na larva, baixando esta viabilidade de 65,3; 81,6 e 71,8 para 16,7; 17,3 e 26,7%, respectivamente. Para essa variável, os demais isolados e os métodos de aplicação não apresentaram diferença significativa (Tabela 4). Já na cv. *Dinamo*, os

Tabela 4. - Influência de métodos de aplicação de bactérias promotoras de crescimento de plantas na viabilidade (%) da fase pupal (Média ± IC) de *Plutella xylostella* alimentadas em folhas de repolho 'Midori' e 'Dinamo', tratadas com diferentes aplicações dos isolados de BPCP.

Tratamento ¹	n	Folha	n	Folha + Larva	n	Larva
<i>MIDORI</i>						
EN4	50	16,7 ± 17,89 bA2	50	17,3 ± 25,34 bA	50	26,7 ± 38,09 bA
EN5	50	86,7 ± 12,40 aA	50	92,4 ± 6,14 aA	50	75,5 ± 23,23 aA
HPF14	50	62,9 ± 10,90 aA	50	58,9 ± 15,55 aA	50	69,1 ± 36,78 aA
RAB7	50	80,3 ± 10,02 aA	50	69,5 ± 22,61 aA	50	78,5 ± 22,68 aA
TEST	50	65,3 ± 6,03 aA	50	81,6 ± 14,55 aA	50	71,8 ± 16,64 aA
<i>DÍNAMO</i>						
EN4	50	41,2 ± 12,36 abA	50	47,5 ± 30,19 aA	50	48,7 ± 25,02 aA
EN5	50	81,0 ± 16,95 aA	50	33,0 ± 23,80 aB	50	61,9 ± 21,34 aAB
HPF14	50	63,1 ± 16,12 abA	50	45,0 ± 12,51 aA	50	46,3 ± 9,48 aA
RAB7	50	37,1 ± 22,19 bB	50	73,3 ± 19,60 aA	50	45,2 ± 27,10 aAB
TEST	50	61,6 ± 6,18 abA	50	62,5 ± 17,59 aA	50	77,1 ± 23,88 aA

¹EN4 = *Kluyvera ascorbata*, EN5 = *Alcaligenes piechaudii*, HPF14 = *Bacillus thuringiensis* subvar. *kurstakii* e RAB7 = *B. megaterium* pv. *cerealis*.

²Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P > 0,05).

tratamentos não apresentaram diferença significativa quanto a viabilidade da fase pupal (Tabela 4).

Na comparação entre cultivares, observou-se que o isolado EN4 interagiu com a cultivar Midori, reduzindo a viabilidade da fase pupal para 20,2%. Já na cv. Dínamo, os isolados que mais reduziram essa viabilidade foram RAB7 e EN5, com 51,8 e 58,6% respectivamente (Figura 1D).

A interação do isolado EN4 com a cv. Midori, em relação à viabilidade da fase pupal, indiferentemente do método de aplicação (Tabela 4 e Figura 1D), demonstra seu potencial de utilização no controle da traça-das-crucíferas e sugere também a possibilidade da existência de um efeito sinérgico entre o isolado de BPCP e algum fator intrínseco desta cultivar, já que em todos os tratamentos a viabilidade da fase pupal foi inferior a 30% (Tabela 4). Tais resultados estão relacionados também à ação insetistática, que a bactéria pode exercer sobre o inseto, que resulta numa diminuição contínua da população da praga.

Considerando-se resultados obtidos com organismos entomopatogênicos (Alves, 1998), pode-se considerar satisfatórios os dados obtidos com as BPCP utilizadas neste trabalho. Estes dados não definem completamente a ação das BPCP sobre *P. xylostella*, principalmente no que diz respeito à característica de indução de resistência, uma vez que foram utilizados discos de folha destacados da planta. No entanto, a aplicação diferenciada dessas bactérias remete às questões: as BPCP aqui utilizadas agem nos insetos por ingestão, podem penetrar através do tegumento ou agem pelas duas formas?

Para responder a estes e outros questionamentos, devem ser desenvolvidas pesquisas mais específicas, já que se trata de uma área nova para a entomologia, cujos microrganismos envolvidos e seus efeitos para insetos, requerem grande atenção.

4. 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.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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. *Eletronic Journal of Biotechnology* 3: 40–62. 2000.

AZEVEDO, J.L.; MACCHERONI JÚNIOR, W.; ARAÚJO, W.L.; PEREIRA, J.O. Microorganismos endofíticos e seu papel em plantas tropicais. In: Serafini, L.A.; Barros, N.M.; Azevedo, J.L. (Ed.) *Biotechnology: avanços na agricultura e na agroindústria*. Caxias do Sul, EDUCS, 2002. pp. 233–268.

ALVES, S.B. Microorganismos associados a insetos, In: Alves, S. B. (Ed.) *Controle Microbiano de Insetos*. Piracicaba, FEALQ, 1998. pp. 75–96.

BAKER, R. Mechanisms of biological control of soilborne pathogens. *Annual Review of Phytopathology* 6: 263–294. 1986.

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. (Tese de Doutorado). Piracicaba. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Universidade de São Paulo. 1998.

BOSTOCK, R. M. Signal conflicts and synergies in induced resistance to multiple attackers. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 55: 99–109. 1999.

EIGENBRODE, S.D.; SHELTON A.M.; DICKSON, H. Two types of resistance to the diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) in cabbage. *Environmental Entomology* 19: 1086–1090. 1990.

EIGENBRODE, S.D.; STONER, K.A.; SHELTON A.M.; KAIN W.C. Characteristics of glossy leaf waxes associated with resistance to diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) in *Brassica oleracea*. *Journal of Economic Entomology* 84: 1609–1618. 1991.

FELTON, G. W.; KORTH, K. L. Trade-offs between pathogen and herbivore resistance. *Current Opinion in Plant Biology* 3: 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* 54: 97–114. 1999.

HALLMANN, J.; QUADT-HALLMANN, A.; MAHAFFEE W.F.; KLOPPER, J.W. Bacterial endophytes in agricultural crops. *Canadian Journal of Microbiology* 43: 895–914. 1997.

- LIN, J.; ECKENRODE C.J.; DICKSON, M.H.. Variation in *Brassica oleracea* resistance to diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae). *Journal of Economic Entomology* 76: 1423–1427. 1983.
- LIN, J.; DICKSON, M.H.; ECKENRODE, C.J. Resistance of *Brassica* lines to the diamondback moth (Lepidoptera: Yponomeutidae) in the field, and inheritance of resistance. *Journal of Economic Entomology* 77: 1293–1296. 1984.
- MARIANO, R. de L. R.; ROMEIRO, R. da S. Indução de resistência sistêmica mediada por rizobactérias promotoras de crescimento de plantas. In: Melo, I. S.; Azevedo, J. L. (Ed.). *Controle Biológico*. Jaguariúna: EMBRAPA, 2000. pp. 305–324.
- PUSSEY, P.L.; WILSON, C.L. Postharvest biological control of stone fruit brown rot by *Bacillus subtilis*. *Plant Disease* 68: 753–756. 1984.
- RAMAMOORTHY, V.; VISWANATHAN, R.; RAGUCHANDER T.; PRAKASAM, V.; SAMIYAPPAN R. Induction of systemic resistance by plant growth promoting rhizobacteria in crop plants against pests and diseases. *Crop Protection* 20: 1–11. 2001.
- ROMEIRO, R. da S. PGPR e indução de resistência sistêmica em plantas a patógenos. *Summa Phytopathologica* 26: 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* 54: 115–130. 1999.
- TOMCZYK, A. The use of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) to decrease the susceptibility of cucumber to spider mites. *IOBC Bulletin* 22: 251–254. 1999.
- 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* 21: 327–331. 2002.
- ZEHNDER, G.; KLOEPPER, J.; YAO, C.; WEY, G.. Induction of systemic resistance in cucumber against cucumber beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) by plant growth-promoting rhizobacteria. *Journal of Economic Entomology* 90: 381–396. 1997.