

12430 - A indução de resistência e seus efeitos em feijoeiro sob cultivo agroecológico.

Induction of resistance and their effects on bean plants under agro-ecological farming.

MÜLLER, Sidnei Francisco¹; STANGARLIN, José Renato²; MEINERZ, Cristiane Cláudia²

1 CAPA- Centro de Apoio ao Pequeno Agricultor, sidneifmiller@yahoo.com.br; 2 UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, CEP 85960-000, Caixa postal 91, jrstangarlin@unioeste.br

Resumo: Práticas alternativas de controle de doenças de plantas cultivadas, como a indução de resistência, são cada vez mais pesquisadas. Essa proporciona que a planta ative suas defesas latentes estando preparada quando um patógeno tentar infectá-la. No entanto, esse processo pode proporcionar custo metabólico. O objetivo foi avaliar as interferências da levedura *Saccharomyces boulardii* em feijoeiro sob cultivo agroecológico. Em três ensaios de campo nos anos de 2009 e 2010, realizaram-se aplicações foliares com a levedura, avaliando-se a produtividade, massa de 100 grãos e número de grãos e vagens por planta. Constatou-se baixa incidência de patógenos. O ambiente equilibrado favoreceu a teoria da trofobiose assim como o controle biológico dos patógenos, ou mesmo a indução natural de resistência. Não foram observadas diferenças significativas nos parâmetros avaliados, evidenciando possível ausência de custo metabólico, ou mesmo ter sido ocultado pelo estado nutricional equilibrado das plantas.

Palavras-Chave: *Phaseolus vulgaris* L., *Sacharomyces boulardii*, custo metabólico, ambiente equilibrado.

Abstract: Alternative practices to control diseases of cultivated plants, such as induction of resistance, are increasingly studied. This provides the plant to activate its defenses being prepared as a latent pathogen trying to infect it. However, this process can provide metabolic cost. The aim was to evaluate the interference of the yeast *Saccharomyces boulardii* in bean under agro-ecological farming. In three field trials in the years 2009 and 2010, foliar applications were carried out with yeast, assessing productivity, 100-grain mass and number of grains per plant and pods. It was found a low incidence of pathogens. The balanced environment favored the theory of trofobiose well as the biological control of pathogens, or inducing natural resistance. There were no significant differences in the parameters evaluated, indicating a possible absence of metabolic cost, or even have been withheld by the state balanced nutrition of plants.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, *Saccharomyces boulardii*, metabolic cost, balanced environment.

Introdução

As doenças de plantas são responsáveis por altas perdas na agricultura. Os métodos convencionais de controle são baseados na aplicação de agentes químicos e melhoramento genético visando à resistência. O uso de agentes químicos são altamente perigosos ao meio ambiente e saúde humana (PIETERSE et al., 2005).

Um dos enfoques da agricultura orgânica é o controle alternativo de doenças de plantas, no qual se incluem o controle biológico e a indução de resistência (BETTIOL, 2001). A

indução de resistência envolve a ativação de mecanismos de defesa latentes existentes nas plantas em respostas aos tratamentos com agentes bióticos ou abióticos (HAMMERSCHMIDT & DANN, 1997). Indutores bióticos são organismos vivos, ou partes dos mesmos, que desencadeiam processos de defesa, com ação sistêmica ou localizada nos vegetais. Os indutores abióticos podem ser moléculas sintéticas que mimetizam o sinal do patógeno, ativando genes relacionados à defesa (ATHAYDE SOBRINHO et al., 2005).

O uso de indutores nem sempre resulta na produção de benefícios, pois com a ativação da resistência há demanda elevada de energia na planta para a síntese dos mecanismos de defesa vegetal (SILVA et al. 2003). O custo fisiológico de resistência é o efeito negativo resultante da expressão da resistência sob determinadas condições em que a resistência de tal não é necessária, como na ausência de um patógeno (DIETRICH et al., 2005). Os efeitos negativos também pode redirecionar metabolitos e energia utilizada para o crescimento e outros processos importantes da planta (HEIL & BALDWIN, 2002).

O menor custo da indução de resistência está principalmente relacionado ao fornecimento de nitrogênio. Evidenciando-se a ausência de estudos a campo com eliciadores de origem biótica para o feijoeiro, o presente trabalho buscou avaliar o custo adaptativo associado a indução de resistência em cultivo orgânico com o uso da levedura *Saccharomyces boulardii*.

Metodologia

Três ensaios de campo, nos de 2009 (safra das secas e águas) e 2010 (safra das secas), foram conduzidos numa propriedade de Mercedes/PR, localizada a 24° 26' 06" S e 54° 10' 29" O. O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho eutrófico (EMBRAPA, 2006). A análise de solo da área experimental apresentou as seguintes características: fósforo 5,40 mg dm⁻³; matéria orgânica: 30,07 g dm⁻³; pH em CaCl₂ 4,99; K⁺, Ca⁺², Mg⁺², CTC e Al⁺³, 0,82; 7,06; 1,28; 16,46; e 0,10 cmol_cdm⁻³, respectivamente, e V 55,65 %.

Cada parcela experimental foi composta por 5 m de comprimento por seis linhas espaçadas a 0,40 m, sendo utilizado como parcela útil os 4 m centrais, bem como as quatro linhas centrais de feijão, resultando em 6,4 m². Cada tratamento apresentou quatro repetições, delineadas em blocos inteiramente casualizados.

Três meses antes da implantação do ensaio procedeu-se a calagem com aplicação superficial de 2,0 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico e semeadura de mucuna-preta. Em fevereiro de 2009 o adubo verde foi roçado, sendo realizada a semeadura de feijão cultivar Rosinha em 05/03/2009, com população de 360 mil plantas ha⁻¹. Como adubação de base utilizou-se 10, 70 e 30 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O fornecidos via composto, fosfato natural e sulfato de potássio. Aos 13 dias após a emergência (DAE) foi realizada adubação de cobertura com 25 e 20 kg ha⁻¹ de N e K₂O respectivamente. Os tratamentos foram aplicados aos 17, 27 e 41 DAE utilizando um volume de calda de 250 L ha⁻¹, sempre ao entardecer do dia.

A colheita ocorreu aos 70 DAE, sendo em seguida aplicado 1,0 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico, 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 80 kg ha⁻¹ de semente de aveia preta comum. A aveia foi rolada por rolo faca 25 dias antes da semeadura do segundo ensaio em 26/09/2009 (safra

das águas), empregando-se 30, 40 e 20 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O fornecidos via adubação orgânica. Aos 10 DAE aplicou-se adubação de cobertura com 25, 15 e 30 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O fornecidos via esterco de gado curtido. Os tratamentos foram aplicados aos 18, 24 e 40 DAE, e aos 77 DAE procedeu-se a colheita.

Após a colheita implantou-se milho em alta densidade (100 kg ha⁻¹ de semente) para a formação de palhada. O local foi roçado 21 dias antes da implantação do terceiro ensaio em 07/03/2010, mediante emprego de 20, 70 e 25 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O fornecidos via adubação orgânica e fosfato natural. Não foi empregado adubação de cobertura, sendo os tratamentos aplicados aos 20, 27, 43 e 50 DAE, com a colheita aos 78 DAE. Em todos os ensaios foram realizadas aplicações de biofertilizante Supermagro a 2,0 % nos estádios V3 e R1, sem necessidade de controle de pragas. Também foi realizada a inoculação das sementes com EM-4.

Os tratamentos foram: água; calda sulfocáustica (1,0 %) na safra das águas e Azoxystrobin (200 mg L⁻¹) na safra da seca; três concentrações (31,25, 62,50 e 125,00 mg L⁻¹) do produto comercial Floratil® (*S. boulardii*), e também três concentrações da suspensão de células dessa levedura obtidas do meio de cultura líquido YEPG; e três concentrações de filtrado líquido desse meio de cultivo (1,0; 5,0 e 10,0%). Na safra das águas e da seca de 2010 também utilizou-se o indutor acibenzolar-S-metil (ASM 25 g ha⁻¹ p.c.).

Os componentes de produção número de grãos por vagem e número de vagens por planta foram avaliados em 15 plantas escolhidas ao acaso por parcela, além da massa de 100 grãos e produtividade em kg ha⁻¹. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste Tukey, utilizando o programa estatístico Sisvar®.

Resultados e discussão

Nas condições experimentais não foi possível a avaliação de doenças por meio de escalas diagramáticas, em função da baixa incidência das enfermidades. O manejo empregado à área experimental e o manejo agroecológico podem ter contribuído para os resultados alcançados. Um aspecto importante para evitar problemas com doenças é aumentar a biodiversidade (BETTIOL, 2001). Segundo Altieri (2002), um conjunto de práticas agrícolas baseadas nos princípios agroecológicos pode ser bastante eficaz no manejo da complexidade ambiental e na contribuição ao equilíbrio trofobiótico, resultando em menor vulnerabilidade das plantas a incidência de pragas e doenças. Segundo ZAMBOLIM & VENTURA (1993), as plantas desequilibradas nutricionalmente são mais suscetíveis do que aquelas corretamente nutridas. O manejo dos nutrientes, de forma equilibrada, tem demonstrado ser uma alternativa válida no controle às moléstias das plantas.

Não foram observadas diferenças significativas para nenhuma das variáveis avaliadas, como observado para produtividade e número de vagens/planta (Tabela 1). O mesmo foi constatado para os demais parâmetros com médias de 3,31; 2,56 e 3,17 grãos por vagem para as três respectivas safras, e 28,99; 28,15 e 38,44 para massa de 100 grãos. Assim, a primeira vista, pressupõe-se que não ocorreu custo da indução de resistência, concordando em parte com KUHN & PASCHOLATI (2010), os quais observaram que o acúmulo de massa seca de feijoeiro não foi afetado pela presença do indutor biótico

Bacillus cereus. Kuhn (2007) trabalhando com feijão submetido aos indutores *B. cereus* e ASM, observou que o número de vagens/planta e a massa de 100 grãos não diferiram. No entanto observou redução no número de grãos/vagem e massa total de grãos por planta para o uso do indutor abiótico ASM, gerando custo metabólico para investir em defesa.

Tabela 1. Produtividade (kg ha⁻¹) e número de vagens por planta de feijoeiro cv. Rosinha nas safras das secas (2009 e 2010) e águas (2009) submetido a tratamento com indutores de resistência derivados de *Saccharomyces boulardii*. Mercedes/PR.

Tratamentos	Produtividade (kg ha ⁻¹)			Número de vagens/planta		
	Secas 2009	Águas 2009	Secas 2010	Secas 2009	Águas 2009	Secas 2010
Água	1.534,44 ^{ns}	1.042,50	1.868,95	9,38 ^{ns}	10,55 ^{ns}	8,68 ^{ns}
Azoxystrobin	1.440,52	917,50	1.898,52	9,05	8,40	9,82
Bion	-	960,50	1.777,98	-	8,45	8,40
Floratil (mg L ⁻¹):						
31,25	1.463,03	1.212,50	1.945,98	9,95	9,70	9,08
62,50	1.482,94	835,00	1.937,38	10,60	8,25	8,45
125,00	1.387,85	753,00	1.836,58	9,40	7,85	8,55
Massa de células (mg L ⁻¹):						
31,25	1.420,24	624,00	1.923,48	9,53	8,30	9,48
62,50	1.602,62	798,50	1.839,72	9,23	8,20	8,85
125,00	1.486,44	942,50	1.869,28	9,68	8,25	9,10
Filtrado (%):						
1,0	1.517,76	811,00	1.956,55	10,35	8,10	9,48
5,0	1.508,85	825,00	1.817,45	9,33	8,10	8,65
10,0	-	892,50	1.891,25	-	10,15	8,38
C.V.(%)	10,24	25,77	10,07	12,34	12,87	10,68
Média	1.484,47	884,54	1.880,26	9,65	8,69	8,90

^{ns}Não significativo ao teste de Tukey a 5%.

Segundo Iriti & Faoro (2006), os custos da resistência induzida só se tornam evidentes quando as defesas das plantas são elicitadas sob condições nas quais existe competição pelo mesmo substrato.

Para Cipollini et al. (2003) os custos da resposta induzida podem variar de acordo com as condições de cultivo. Dietrich (2004) constatou que o N tem papel importante na indução de resistência. O manejo proporcionado aos ensaios, aumentando os teores de matéria orgânica e reciclagem de nutrientes, estimulou a biodiversidade do solo, resultando em melhorias nos aspectos nutricionais e biológicas. Segundo Paschoal (1996), a matéria orgânica melhora as propriedades físicas e biológicas do solo, permitindo que as raízes desenvolvam-se mais e assim aumente a capacidade de absorção de nutrientes liberados no solo pela maior atividade microbiana. Desta forma se alcança, na prática da agricultura orgânica, uma condição de resistência fisiológica da plantas as pragas e doenças, permitindo uma maior sustentabilidade do sistema de produção. Com o suprimento nutricional (fatores de produção) em níveis adequados, o custo adaptativo mediado por *Saccharomyces boulardii* para a cultura do feijoeiro pode não existir, ou tornar-se oculto.

Bibliografia Citada

ALTIERI, M.. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: Agropecuaria, 592p. 2002.

ATHAYDE SOBRINHO, C.; FERREIRA, P. T.; CAVALCANTI, L. S. Indutores abióticos. In: CAVALCANTI, L. S.; et al.. **Indução de Resistência em Plantas a Patógenos e Insetos**. Piracicaba: FEALQ, p. 51-80. 2005.

BETTIOL, W. Métodos alternativos para o controle de doenças de plantas. In: MICHEREFF, S.J.; BARROS, R. **Proteção de plantas na agricultura sustentável**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, 123-140. 2001.

CIPOLLINI, D.; PURRINGTON, C. B.; BERGELSON, J. Costs of induced responses in plants. **Basic Appl. Ecol.** **4**, 79–85, 2003.

DIETRICH, R. Constitutive and induced resistance to pathogens in *Arabidopsis thaliana* depends on nitrogen supply. **Plant, Cell and environment**, Oxford, v. 27, n.7, p. 896-906, 2004.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solo, Rio de Janeiro. RJ. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa-SP/Embrapa-CNPS, 412p. 2006.

HAMMERSCHMIDT, D.; DANN, E. K. Induced resistance to disease. In: RECHCIGL, N. A.; RECHCGL, J. E. (Ed). **Environmentally safe approacher to crop disease control**. Boca Raton: CRC – Lewis Publishers, p. 177 – 199. 1997.

HEIL, M.; BALDWIN, I.T. Fitness costs of induced resistance: emerging experimental support for a slippery concept. **Trends in Plant Science**, Oxford, v.7, n.2, p.61-67, 2002.

IRITI, M.; FAORO, F. Fitness costs of chemically-induced resistance: double edged sword or (un) stable equilibrium. **Journal of Plant Pathology**, **88** (1), 5-6. 2006.

KUHN O. J. **Indução de resistência em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) por acibenzolar-S-metil e *Bacillus cereus*: aspectos fisiológicos, bioquímicos e parâmetros de crescimento e produção**. Tese (Doutorado em Agronomia). Piracicaba SP. ESALQ – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. 2007.

KUHN, O.J. & PASCHOLATI, S.F. Custo adaptativo da indução de resistência em feijoeiro mediada pela rizobactéria *Bacillus cereus* ou acibenzolar- S-metil: atividade de enzimas, síntese de fenóis e lignina e biomassa. **Summa Phytopathologica**, v.36, n.2, p.107-114, 2010.

PASCHOAL, A. D. **Pragas da Agricultura nos Trópicos**. 72 p. (ABEAS – Curso de Agricultura Tropical – Modulo 3.1). 1996.

PIETERSE, C. M. J.; et al. Indução de resistência sistêmica por rizobactérias e comunicação na rota de sinalização para uma defesa refinada. **RAPP** – Volume 13, 277-295. 2005.

SILVA, L. H. P; RESENDE, M. L. V.; SOUZA, R. M.; CAMPOS, R. J.; efeito do indutor de resistencia acibenzolar-S-metil na rotação contra *Xanthomonas vesicatoria*, *Oidium*

lycopersici e *Septoria lycopersici* em tomateiro. **Summa Phytopathologyca**, botucatu, v.29 n 3, p. 244-248, 2003.

ZAMBOLIM, L., VENTURA, J. A. Resistência a doenças induzidas pela nutrição das plantas. **Informações Agronômicas (POTAFOS)**, v.75, Encarte Técnico, 1996.