

Avaliação de Produtos Alternativos no Controle da Ferrugem do Cafeeiro

Mauro J.N. Costa*, Laércio Zambolim & Fabrício A. Rodrigues

Departamento de Fitopatologia, Universidade Federal de Viçosa, CEP 36571-000, Viçosa, MG, Brasil, e-mail:zambolim@ufv.br

Autor para correspondência: Laércio Zambolim

COSTA, M.J.N., ZAMBOLIM, L. & RODRIGUES, F.A. Avaliação de produtos alternativos no controle da ferrugem do cafeeiro. *Fitopatologia Brasileira* 32:150-155. 2007.

RESUMO

Objetivou-se neste trabalho avaliar produtos orgânicos quanto ao efeito protetor e indutor de resistência à ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*), comparando-se com fungicidas sistêmicos. O trabalho foi desenvolvido em casa-de-vegetação, utilizando-se mudas de cafeeiro cv. Catuai Vermelho 144. Foram avaliados como indutores de resistência extratos foliares, suspensões de conídios fúngicos e de células bacterianas, fertilizantes foliares, hipocloritos e acibenzolar-S-methyl (ASM). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com três repetições, sendo que cada parcela experimental foi constituída de cinco mudas de café perfazendo um total de 15 mudas por tratamento. Os experimentos foram repetidos duas vezes com resultados semelhantes. Quando avaliado o efeito protetor, a maioria dos compostos reduziu o número de pústulas e a área foliar com ferrugem em comparação à testemunha 1 (água). Extratos de folhas de café, obtidos pelo processo aquoso e extratos de sementes de *Azadirachta indica* ("neem") obtidos pelo processo de extração com metanol apresentaram proteção similar, mas nunca superior a epoxiconazole + piraclostrobin. Extratos aquosos de folhas de café, ASM, *Bacillus subtilis* e *Pseudomonas putida* reduziram a infecção causada por *H. vastatrix* em mais de 77 %.

Palavras-chave adicionais: controle alternativo de doenças, efeito protetivo, *Coffea arabica*, *Hemileia vastatrix*.

ABSTRACT

Evaluation of alternative products and fungicides for the control of coffee leaf rust

The main objective of this study was to evaluate the use of organic products for their protective effect against coffee leaf rust (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br.) and also their ability to induce resistance, compared to systemic fungicides. This study was carried out under greenhouse conditions using the cv. 'Catuai Vermelho 144'. Leaf extracts, suspensions of fungal conidia and bacterial cells, foliar fertilizers, hypochlorites and acibenzolar-S-methyl (ASM) were evaluated as potential inducers of resistance. The experiment was installed in a complete randomized block design with three replications. Each experimental plot contained five coffee plants and each treatment had 15 plants. The experiments were repeated twice with similar results. With regard to the protective effect, most of the treatments decreased the number of pustules and the leaf area with rust in comparison to treatment 1 (leaves sprayed with water). Water extracts of coffee leaves and methanol extracts of seeds of *Azadirachta indica* ("neem") gave similar results, but never better than the protection obtained by using epoxiconazole + piraclostrobin. Regarding induction of resistance, extracts of coffee leaves, ASM, *Bacillus subtilis* and *Pseudomonas putida* reduced the infection caused by *H. vastatrix* by more than 77 %.

Additional keywords: alternative control of diseases, protective effect, *Coffea arabica*, *Hemileia vastatrix*.

O controle químico da ferrugem do cafeeiro, causada pelo fungo *Hemileia vastatrix* Berk. & Br., embora eficiente e econômico (Vegro & Ferreira, 2000), mostrou-se agressivo ao meio ambiente. Um dos maiores desafios para os pesquisadores é a constante busca por métodos alternativos de controle da ferrugem que causem menor impacto ambiental. A pesquisa direcionada à proteção de plantas utilizando substâncias e organismos indutores de resistência é uma alternativa promissora. Com o uso de agentes bióticos inoculados nas plantas hospedeiras, esta técnica permite a proteção contra o ataque de patógenos, através da ativação de mecanismos de defesa. Resistência induzida é um fenômeno local ou sistêmico e é efetivo contra

uma ampla gama de patógenos, incluindo bactérias, fungos e vírus (Kessmann *et al.*, 1994; Van Loon *et al.*, 1998). A resistência induzida representa uma alternativa promissora para a utilização de genótipos suscetíveis, mas que possuem características agrônômicas desejáveis, sem a alteração do genoma da planta (Stadnik, 2000).

Várias substâncias químicas e extratos com suposta atividade indutora são citados, incluindo vários sais inorgânicos, oxalato, fosfato, 2-thiouracil, ácido poliacrílico (Stein & Loebenstein, 1972; Antoniw & White, 1980), além de esporos de fungos não patogênicos, esporos fúngicos inativados e extratos vegetais (Martins, 1991). Em cafeeiros, a indução de resistência é uma tecnologia pouco explorada necessitando de maiores estudos. Desta forma, os objetivos do presente trabalho foram (i) avaliar os efeitos de suspensões orgânicas, adubos foliares e suspensões de esporos fúngicos ou bacterianos, na indução de resistência local e sistêmica

*Endereço Atual: Fundação Rio Verde, Cx. Postal 159, CEP 78455-000, Lucas do Rio Verde MT, Brasil, e-mail: maurolriv@hotmail.com

à ferrugem; (ii) avaliar a capacidade de proteção de plantas de café cultivar Catuaí Vermelho por esses compostos; (iii) avaliar doses e épocas de aplicação desses produtos e (iv) comparar o efeito de indutores de resistência com o de fungicidas sistêmicos.

Mudas de cafeeiro *Coffea arabica* L. cv. Catuaí Vermelho 144, susceptíveis a todas as raças fisiológicas de *Hemileia vastatrix*, e possuindo, em média, 8 pares de folhas definitivas, foram obtidas de produtores na região de Viçosa MG. As mudas foram transplantadas para vasos plásticos contendo 2,0 Kg de substrato composto por solo, esterco de curral e areia (2,5:1:0,5) acrescido de superfosfato simples (5,0 kg/m³) e cloreto de potássio (1,0 kg/m³), fumigado com brometo de metila (150 cm³/m³). As mudas permaneceram em casa-de-vegetação, com temperatura variando de 25±2 °C e umidade relativa de ± 66%.

Foram coletadas folhas de cafeeiro cv. Catuaí de lavoura no campo exibindo sintomas de ferrugem para obtenção de uredosporos. Os uredosporos foram removidos das pústulas com auxílio de pincel passados em peneiras de 0,42 mm de abertura de malha e a seguir foram acondicionados em ampolas de vidro vedadas com algodão. As ampolas foram colocadas em dessecador, contendo na parte inferior, solução aquosa de ácido sulfúrico (densidade de 1,8 e concentração de 32,6% v/v), para manter a umidade relativa em torno de 50% (Zambolim & Chaves, 1974). O teste de viabilidade dos uredosporos revelou uma porcentagem de germinação de ±35%.

Uredosporos de *H. vastatrix* foram transferidos para água destilada estéril na concentração de 4 mg/mL. A suspensão foi autoclavada (121 °C, 30 min) e depois filtrada de acordo com Costa *et al.* (2001). Os organismos *Bacillus subtilis* e *Pseudomonas putida* foram isolados de folhas de café conforme recomendações de Maringoni (1995). *B. subtilis* e *P. putida* foram mantidas em meio contendo ágar (2%), peptona (1%) e NaCl (0,5%) com pH de ± 7,5). Suspensões de *B. subtilis* e *P. putida* foram obtidas adicionando-se 5 mL de água destilada estéril em cada placa de Petri contendo culturas puras, as quais foram ajustadas a seguir para 2 x 10⁸ células/mL (Abs = 800 e λ = 620 nm) seguido de armazenamento em geladeira (±5 °C).

Folhas de café da cv. Catuaí Vermelho 144 e de ‘neem’ (*Azadirachta indica* A. Juss.) coletadas de plantas no campo foram lavadas com água de torneira para desinfestação superficial e secas a temperatura ambiente por um período de aproximadamente 12 hs. As folhas foram pesadas e cortadas em pedaços (± 12 cm²) para a obtenção dos extratos aquosos e/ou orgânicos. Para obtenção dos extratos aquosos foi utilizada a técnica de infusão a quente, na qual 40 g de folhas de cada material vegetal foram transferidas para um béquer contendo 1L de água deionizada estéril aquecida até a temperatura de ± 35 °C. A mistura permaneceu em repouso no escuro, durante 2 hs. Após o resfriamento, o extrato aquoso foi filtrado em funil de Büchner usando papel de filtro Whatman No. 1. O resíduo sólido foi eliminado e o extrato aquoso foi armazenado em geladeira. Para

obtenção do extrato orgânico, 30 g de sementes de ‘neem’ foram trituradas e transferidas para 300 mL de hexano em balão de 500 mL acoplado a um condensador de refluxo. A mistura sofreu refluxo durante 15 min sob uma manta de aquecimento. Em seguida, filtrou-se a mistura obtendo-se a suspensão A. O resíduo retido no filtro permaneceu na câmara de exaustão para evaporação do solvente. O resíduo foi extraído com metanol nos mesmos procedimentos descritos anteriormente para obtenção da suspensão B. As suspensões A e B foram, separadamente, concentradas em evaporador rotatório sob pressão reduzida a 35°C até a remoção total dos solventes usados na extração. Os resíduos presentes no balão após a evaporação dos solventes foram dissolvidos em 1L de água contendo Tween (1%, v/v). As suspensões obtidas foram armazenadas em câmara fria a 5°C até o momento da utilização.

O acilbenzolar-S-metil, os hipocloritos de sódio e cálcio, os fungicidas e os fertilizantes foliares foram adquiridos de fabricantes (Tabela 1) e, pulverizados na superfície abaxial do 2° e 3° par de folhas para verificar o efeito protetor ou sistêmico dos mesmos. Os produtos foram dispersos em água contendo polissorbato de cálcio (Tween 80) a 1%, quando necessário, e as suspensões agitadas durante 10 min antes da pulverização. Uredosporos foram distribuídos na superfície abaxial de cada par de folhas com a ajuda de um pincel. Após a deposição do inoculo nas folhas, as plantas foram aspergidas com água destilada até se obter um leve molhamento superficial. Após o prazo de 4 horas e 8 dias da aplicação de produtos com possível efeito indutor de resistência sistêmica, plantas foram inoculadas com *H. vastatrix*. As plantas inoculadas foram mantidas no escuro durante 72 horas (24 °C, UR 90%) e depois transferidas para casa-de-vegetação até o aparecimento dos sintomas de ferrugem. A avaliação dos sintomas de ferrugem foi realizada após 60 dias da inoculação das plantas no 2° e 3° par de folhas. Coletou-se um total de 12 folhas de cada tratamento (quatro folhas/planta em três plantas) /tratamento para determinação do número médio de pústulas por folha e a porcentagem da área foliar com ferrugem de acordo com uma escala desenvolvida por Kushalappa & Chaves (1978). Área foliar foi medida utilizando-se o medidor fixo do modelo LI-3100, marca Licor.

O delineamento experimento utilizado foi em blocos casualizados com 36 tratamentos e três repetições. Os tratamentos variaram de acordo com o período estabelecido para inoculação das plantas após a pulverização com os produtos. Cada parcela experimental foi constituída por cinco mudas de café. Os dados do número médio de pústulas de ferrugem por folha e da porcentagem de área foliar com ferrugem foram submetidos à análise de variância e os tratamentos comparados pelo teste de Scott & Knott ao nível de 1% de probabilidade.

Quando avaliado o efeito dos compostos, constatou-se redução do número de pústulas bem como da área foliar com ferrugem, em comparação à testemunha 1 (água) ($P \leq 0,05$), conforme mostra a Tabela 2. Um total de dez

TABELA 1 – Compostos utilizados na pulverização de mudas de café para determinação do efeito protetor ou sistêmico no controle da ferrugem do cafeeiro

Especificação dos tratamentos	Nome Comercial	Empresa
Extratos foliares ¹		
1 Folhas de café (A)	I ²	I
2 Folhas de Neem (A)	I	I
3 Sementes de Neem (A)	I	I
4 Sementes de Neem (H)	I	I
5 Sementes de Neem (M)	I	I
6 Bioflavonóides cítricos, ácidos orgânicos, açúcares, etc.	Ecolife	Quinabra
Suspensões de conídios ou de células bacterianas		
7 <i>H. vastatrix</i> (4mg/L de água)	I	I
8 <i>Bacillus subtilis</i> (800Abs)	I	I
9 <i>Pseudomonas putida</i> (800Abs)	I	I
Fertilizantes foliares (Formulações)		
10 P ₂ O ₅ , K ₂ O, S, Mn, N, Fe, Mo, aas (26, 17, 7,0, 2,5, 5,0, 2,0, 3,0 e 0,1%, respectivamente)	Aminofós	
11 Cu e Ca (25 e 10%)	Bordasul	RCN Agro
12 P ₂ O ₅ e K ₂ O (28 e 26%)	Goldfos	
13 P ₂ O ₅ e K ₂ O (35 e 22%)	Seyva Fértil	Batroff
14 S e Ca (50 e 10%)	Sulfocal	RCN Agro
15 K ₂ O, Cu, Zn, B, Mg, S (10, 10, 8,2, 3, 1 e 10%, respectivamente)	Viçosa Café	RCN Agro
Hipocloritos		
16 NaClO (Hipoclorito de sódio, 6% de Cl ativo)	Água Sanitária	Genco
17 CaOCl ₂ (Hipoclorito de cálcio, 70% de Cl ativo)	Cloro de Piscina	I
Benzothiadiazol (BTH)		
18 Acibenzolar -S-Metil (ASM)	Bion	Syngenta
Fungicida Sistêmico		
19 Tetraco nazole (Triazol)	Domark	Sipcam Agro
Estrobi lurinas (classe química Oximinoacetato)		
20 Azoxystrobin	Amistar	Syngenta
21 Piraclostrobin	Comet	Basf
22 Trifloxystrobin	Flint	Bayer
Misturas e Formulações Prontas		
23 ASM + Pyraclostrobin	I	I
24 ASM + Azoxystrobin	I	I
25 Trifloxystrobin + Tebuconazol	Nativo	Bayer
26 Testemunha 1 (água)	I	I
27 Testemunha 2 (Epoxiconazol + Pyraclostrobin)	Opera	Basf

¹ Extratos de folhas de café e de folhas, e sementes de neem obtidos por meio de processos de extração com água (A), hexano (B) e metanol (M); ²I – Indeterminado.

compostos, extratos foliares aquosos de café, hipoclorito de sódio (1200 mL/100L de água), tetraconazole, azoxystrobin, piraclostrobin, trifloxystrobin, acibenzolar-S-metil + pyraclostrobin, acibenzolar-S-metil + azoxystrobin, trifloxystrobin + ciproconazole e trifloxystrobin + tebuconazole reduziram igualmente o número de pústulas e de área foliar com ferrugem, porém nunca superior aos valores observados nos tratamentos epoxiconazole + piraclostrobin (testemunha 2). Dois compostos, extratos foliares metanólicos de sementes de *Azadirachta indica* e hipoclorito de sódio (600 mL/100 L de água), reduziram a

severidade da ferrugem em mais de 94% em comparação a testemunha 1 (água) (Tabela 2). O composto Ecolife e os elementos P₂O₅, K₂O, S, Mn, N, Fe, Mo, Aas (RCN); Cu, Ca (RCN); SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Fe₂, MgO, CaO, P₂O₅, S (Ulmasud); K₂O, Cu, Zn, B, Mg, S (Nutriplant) e hipoclorito de cálcio (500 g/100 L de água) reduziram a severidade da ferrugem em até 73% em comparação a testemunha 1 (água). Esses tratamentos posicionaram-se como um grupo intermediário de compostos, pois foram capazes de reduzir a severidade da ferrugem, evidenciando o efeito protetor desses produtos nas dosagens utilizadas.

TABELA 2 - Avaliação do efeito de extratos vegetais, compostos químicos e biológicos no controle de *Hemileia vastatrix* aplicados em mudas de café quatro horas (4HAI), oito dias (8DAI) e (20DAI) antes da inoculação

Tratamentos (g ou mL/100L de água)	4 HAI NMP ¹	4 HAI AFF(%) ²	8 DAI NMP ¹	8 DAI AFF(%) ²	20 DAI NMP ¹	20 DAI AFF(%) ²
Folhas de Café (A) 100 mL	1,47 a (97,5)	0,94 a	1,25 a (97,5)	0,99 a	89,5 b (0,1)	39,7 b
Folhas de Neem (A) 100 mL	38,19 g (36,3)	24,9 g	50,31 g (0,0)	16,60 f	75,6 c (15,6)	46,2 b
Sementes de Neem (A) 100 mL	20,15 d (64,4)	5,73 c	32,45 f (35,1)	17,16 f	65,0 b (27,4)	32,0 b
Sementes de Neem (H) 100 mL	32,39 g (40,2)	9,91 d	27,80 e (44,4)	21,04 h	60,5 b (32,5)	29,5 b
Sementes de Neem (M) 100 mL	1,67 a (97,2)	2,24 b	18,33 d (63,7)	10,25 e	48,80 b (45,5)	29,50 b
Ecolife 25 mL	16,44 c (72,6)	5,74 c	39,25 g (27,7)	19,93 g	85,2 b (5,12)	32,75 b
<i>Hemileia vastatrix</i> (4mg/L de água) por 100 mL	41,80 h (30,8)	10,05 d	39,39 g (21,4)	18,53 g	80,0 c (10,7)	55,70 b
<i>Bacillus subtilis</i> (800Abs)	53,78 j (89,6)	21,73 f	3,95 b (92,1)	2,93 b	79,1 c (11,72)	38,0 b
<i>Pseudomonas putida</i> (800Abs)	51,24 i (91,4)	10,81 d	49,10 g (45,21)	4,20 c	67,0 c (25,23)	38,5 b
Aminofós (P ₂ O ₅ , K ₂ O, S, Mn, N, Fe, Mo, aminoácidos 26, 17, 7, 2,5, 5, 2,3 e 0,1%, respectivamente) 200 g	8,08 b (86,5)	2,84 b	31,71 f (36,5)	18,11 g	75,0 c (16,3)	32,0 b
Bordasul (Cu e Ca) (25 e 10%) 300 g	14,85 c (75,2)	3,73 b	29,53 e (40,9)	14,03 e	65,60 c (26,79)	30,5 b
Goldfós (P ₂ O ₅ e K ₂ O) (28 e 26%) 100 g	31,00 g (48,4)	21,41 f	41,45 g (17,1)	18,95 g	85,0 c (5,2)	54,5 b
Seyva-fétil (P ₂ O ₅ e K ₂ O) (35 e 22%) 100 g	18,89 d (68,5)	8,73 d	11,25 c (77,5)	6,93 d	55,0 b (38,6)	30,0 b
Rocksil (SiO ₂ , TiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , MgO, CaO, P ₂ O ₅ e S) (17,43, 0,34, 20,56, 0,16, 0,18, 1,31, 0,1 e 0,82%, respectivamente) 100 g	10,21 b (83,0)	5,73 c	48,85 h (2,30)	12,66 e	85,5 c (4,58)	38,5 b
Sulfocal (S e Ca) (50 e 10%) 100 g	22,72 e (62,2)	11,19 d	37,63 g (24,7)	21,23 h	45,7 b (49,0)	36,8 b
Viçosa-café (K ₂ O, Cu, Zn, B, Mg, S) (10, 10, 8,2, 3, 1 e 10%, respectivamente) 100 g	12,84 c (78,6)	4,04 b	33,51 f (32,9)	20,89 h	83,3 d (7,04)	29,30 b
Ácido-2-hidróxi-4-tiometil butanoico 100 g	26,22 f (56,3)	9,89 d	47,85 h (4,3)	18,50 g	82,5 c (7,93)	48,8 b
NaClO 600 mL	3,54 a (94,1)	2,79 b	28,82 e (42,3)	13,59 e	68,5 b (23,55)	32,6 b
NaClO 1200 mL	2,11 a (96,5)	1,05 a	25,23 e (49,5)	13,89 e	73,8 c (7,36)	41,6 b
CaOCl ₂ 500 g	21,6 e (64,0)	14,49 e	49,80 h (0,4)	12,51 e	89,8 c (0,00)	52,5 b
Acibenzolar-S-Metil 100 g	32,06 g (53,4)	10,03 d	29,39 e (41,2)	12,11 e	45,0 b (49,78)	30,5 b
Tetraconazole 60 mL	0,20 a (99,67)	0,03 a	0,22 a (99,5)	0,09 a	2,23 a (75,12)	1,90 a
Azoxystrobin 60 g	0,17 a (99,7)	0,04 a	0,24 a (99,5)	0,09 a	28,5 b (68,20)	20,9 b
Piraclostrobin 50 mL	0,13 a (99,7)	0,03 a	11,25 c (77,5)	7,90 d	83,6 c (6,70)	28,6 b
Trifloxystrobin 60 g	0,10 a (99,8)	0,05 a	0,19 a (99,6)	0,02 a	35,6 b (60,27)	21,8 b
Acibenzolar-S-Metil + Pyraclostrobin 50 g + 50 mL	0,48 a (99,2)	0,22 a	0,84 a (98,3)	0,39 a	72,3 d (19,31)	29,30 b
Acibenzolar-S-Metil + Azoxystrobin 50 g + 60 g	0,14 a (99,7)	0,09 a	0,27 a (99,5)	0,15 a	75,0 c (16,3)	39,6 b
Trifloxystrobin + Ciproconazole 60mL	0,18 a (99,7)	0,06 a	0,20 a (99,6)	0,14 a	16,80 a (81,25)	7,60 a
Trifloxystrobin + Tebuconazole 50 mL	0,64 a (98,9)	0,18 a	4,90 b (90,2)	2,89 b	77,30 c (13,73)	44,80 b
Testemunha 1 (água)	60,25 k (0,0)	27,75 h	50,13 h (0,0)	22,91 h	89,60 c (0,0)	55,10 b
Testemunha 2 (Epoconazole + Pyraclostrobin) 60 mL	0,03 a (99,5)	0,02 a	0,14 a (99,7)	0,03 a	10,40 a (88,4)	12,20 a
C.V. (%)	23,10	19,00	12,10	18,20	18,50	19,60

¹Número médio de pústulas; ²Área foliar com ferrugem (%). Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste Skott & Knott; ³Extrato de folhas de café e de folhas e sementes de Neem obtidos com água (A), hexano (H) e metanol (M).

Os fertilizantes foliares e o produto Ecolife foram pesquisados como indutores de resistência em plantas contra doenças fúngicas. Extratos de folhas ou de sementes apresentaram resultados bastante diferentes já que substâncias ativas podem possuir solubilidades diferentes em água e outros solventes como o metanol e o hexano. Suspensões de células bacterianas ou de esporos fúngicos são capazes de induzirem resistência (Martins, 1991), entretanto, eles não têm exercer ação protetora conforme mostram os dados deste estudo. O mesmo pode ser atribuído ao indutor de resistência acibenzolar-S-metil. Os compostos utilizados, tanto naturais quanto artificiais, que foram capazes de reduzir a severidade da ferrugem para valores inferiores a 50% daquele observado no tratamento epoxiconazole + piraclostrobin talvez possam ter sua capacidade de controle aumentada com a utilização de doses um pouco maiores, mas que não causem sintomas de fitotoxidez. O hipoclorito de sódio foi mais eficiente do que o hipoclorito de cálcio, principalmente na dosagem de 1.200 mL/100 L.

Pela avaliação do efeito protetor observa-se que o efeito protetor é conferido de uma forma mais eficaz quando os extratos vegetais, hipocloritos e até fertilizantes foliares são utilizados. É bem possível que várias substâncias afetaram tanto o estabelecimento (número de pústulas) quanto à colonização (área foliar infectada) pelo fungo. Existe um contraste entre fungicidas, os quais já se conhecem as melhores formulações, os princípios ativos e as doses e, os outros produtos testados nesse estudo, cujas doses e formulações devem ser melhores pesquisados.

O acibenzolar-S-metil, como já esperado, não teve um bom efeito protetor mesmo nas maiores dosagens concordando com resultados de outros trabalhos (Cavalcanti *et al.*, 2000; Guzzo *et al.*, 2001; Marchi, 2002). Nem sempre o efeito de um composto químico obtido em condições de laboratório, corresponde com a sua performance ao nível de campo, devido à decomposição do produto em compostos pouco tóxicos, lavagem pela chuva e cobertura desuniforme na folhagem. Quando o acibenzolar-S-metil foi misturado ao fungicida pyraclostrobin ou azoxystrobin, o controle da ferrugem foi eficiente devido ao efeito das estrobilurinas do que do próprio acibenzolar-S-metil. As estrobilurinas exercem um efeito positivo no controle de alguns basidiomycetes (Margot *et al.*, 1998).

A maioria dos compostos reduziu o número de pústulas e a área foliar com ferrugem em comparação à testemunha 1 (água) ($P \leq 0,05$) (Tabela 2). Um total de sete compostos, extratos aquosos de folhas de café, tetraconazole, azoxystrobin, trifloxystrobin, acibenzolar-S-metil + piraclostrobin, acibenzolar-S-metil + azoxystrobin e trifloxystrobin + cyproconazole reduziram o número de pústulas e área foliar com ferrugem para valores similares, porém nunca superiores aos valores observados no tratamento epoxiconazole + piraclostrobin. Quatro *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas putida*, acibenzolar-S-metil + trifloxystrobin + tebuconazole reduziram a severidade da ferrugem em mais de 90% em relação à testemunha 1 (água). Três compostos,

o produto Batroff, acibenzolar-S-metil e piraclostrobin reduziram a severidade da ferrugem em mais de 77% em relação à testemunha 1 (água). Uma indução de resistência sistêmica pode ter ocorrido tanto por compostos naturais como sintéticos, devido à presença, nesses compostos, de substâncias que protegem tecidos distantes do local de aplicação do produto que são os fungicidas sistêmicos. É possível que tanto os compostos naturais ou os artificiais que reduziram eficientemente a severidade da ferrugem, contenham ingredientes que são mobilizados para tecidos distantes protegendo as folhas superiores, as quais foram inoculadas, oito dias após a aplicação. O acibenzolar-S-metil, na melhor dose que foi de 25/100 L de água, não apresentou atividade fungicida concordando com relatos na literatura (Guzzo *et al.*, 2001; Marchi, 2002). No que se refere à indução de resistência em plantas, deve-se separar o efeito fungitóxico das substâncias presentes nos compostos estudados da capacidade de servirem como indutores que atuam em rotas metabólicas de defesa, porém é bem possível que esses dois efeitos tenham ocorrido de maneira sinérgica. Nesta linha de raciocínio, tanto os fungicidas sistêmicos quanto os compostos naturais ou os fertilizantes foliares penetraram nas folhas baixas alcançando até em oito dias as folhas inoculadas na parte superior, ativando mecanismo(s) de defesa do cafeeiro. Acredita-se que essas duas situações tenham ocorrido conjuntamente se considerar que o efeito sistêmico dos fungicidas e a ativação de mecanismos de defesa da planta por diversos produtos.

Alguns compostos com ação protetora não apresentaram indução de resistência em comparação ao efeito do *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas putida* e do acibenzolar-S-methyl nas doses de 25 e 50 g/100L. Sugere-se em trabalhos futuros comprovar o efeito dos fungicidas como indutores de resistência, por meio da determinação da atividade de enzimas relacionadas com a patogênese. Em relação aos fertilizantes foliares, ressaltados pelos fabricantes como indutores de resistência, acredita-se que o efeito deles, esteja mais ligado ao aspecto nutricional que exercem nas plantas, podendo indiretamente refletir numa maior resistência à patógenos.

Os resultados desse trabalho mostraram que alguns dos compostos utilizados atuam direta e/ou indiretamente no processo infeccioso de *H. vastatrix* em cafeeiro. Estudos posteriores deverão elucidar como esses compostos afetam o fungo e o metabolismo da planta hospedeira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTONIOW, W.J. & WHITE, R. The effects of aspirin and polyacrylic acid on soluble leaf proteins and resistance to virus infection in five cultivars of tobacco. *Phytopathology* 98:331-341. 1980.
- CAVALCANTI, L.S. Indução de resistência a *Verticillium dahliae*

- Kleb. em plântulas de cacaueteiro por Benzotriazol (BTH). Dissertação de Mestrado. Lavras MG. Universidade Federal de Lavras. 2000.
- COSTA, M.J.N., CAMPOS, V.P., PFENNING, L.H. & OLIVEIRA, D.F. Toxicidade de filtrados fúngicos a *Meloidogyne incognita*. Fitopatologia Brasileira 26:749-755. 2001.
- GUZZO, S.D., CASTRO, R.M., KYDA, K. & MARTINS, E.M.F. Ação protetora do acibenzolar-S-methyl em plantas de cafeeiro contra ferrugem. Arquivo Instituto Biológico 68:89-94. 2001.
- KESSMANN, H., STAUB, T., HOFMANN, C., MAETZKE, T. & HERZOG, J. Induction of Systemic Acquired Disease Resistance in Plants by Chemicals. Annual Review of Phytopathology 32:439-459. 1994.
- KUSHALAPPA, A.C. & CHAVES, G.M. Escala para avaliar a percentagem de área foliar com ferrugem do cafeeiro. Fitopatologia Brasileira 3:119. 1978. (Resumo)
- MARCHI, C.E., BORGES, M.F. & RESENDE, M.L.V. Proteção induzida por benzotriazol contra a ferrugem-alaranjada (*Hemileia vastatrix*) em cafeeiro. Ciência e Agrotecnologia 26:1103-1106. 2002.
- MARGOT, P., HUGGENBERG, F., AMREIN, J. & WEISS, B. A new broad-spectrum strobilurin fungicide. Brighton. Crop Protection Conference on Plant Disease 375-383. 1998.
- MARTINS, E.M.F. Controle da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*) através da indução de resistência. In: Bettiol, W. (Ed.) Controle Biológico de Doenças de Plantas. Jaguariúna SP. Embrapa-CNPDA. 1991. pp. 345-363.
- STADNIK, M. Indução de resistência a oídios. In: Resumos, XXIII Congresso Paulista de Fitopatologia 176-181. 2000.
- STEIN A. & LOEBENSTEIN G. Induced interference by synthetic polyanions with the infection of tobacco mosaic virus. Phytopathology 62:1461-1466. 1972.
- VAN LOON, L.C., BAKKER, P.A.H.M. & PIETERSE, C.M.J. Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. Annual Review of Phytopathology 36:453-483. 1998.
- VEGRO, C.L.R. & FERREIRA, C.R.R.P.T. Evolução das despesas com defensivos agrícolas e fertilizantes para a safra de café 2000/01 nos estados de São Paulo e Paraná. Informações Econômicas 30:53-59. 2000.
- ZAMBOLIM, L. & CHAVES, G.M. Efeito de baixas temperaturas e do binômio temperatura-umidade relativa sobre a viabilidade dos urediosporos de *Hemileia vastatrix* Berk. et Br. e *Uromyces phaseoli typica* Arth. Experientiae 17:151-184. 1974.

Recebido 17 Fevereiro 2006 - Aceito 20 Novembro 2006 - FB 6019