

**FITOPATOLOGIA**

Vol. 21  
Junho/96

**2**

**BRASILEIRA**

ISSN 0100-4158

BRAZILIAN PHYTOPATHOLOGY

FITOPATOLOGIA BRASILEIRA  
v.21, n.2, Junho. 1996



CPAA-422-85

DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE FITOPATOLOGIA

# EFEITO DE FONTES DE NITROGÊNIO EM COMPONENTES DA RESISTÊNCIA À FERRUGEM DO CAFEIEIRO

JOSÉ CLÉRIO R. PEREIRA<sup>1</sup>; RAMÓN SILVA-ACUÑA<sup>2</sup>; ANTÔNIO ALVES PEREIRA<sup>3</sup> & FERNANDO BENEDITO GUIMARÃES<sup>4</sup>

<sup>1</sup>EMBRAPA/CPAA. C. Postal 319, 69011-970, Manaus, AM

<sup>2</sup>Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Centro de Investigaciones Táchira, Bramón, Venezuela.

<sup>3</sup>EPAMIG-CRZM, Vila Gianetti 46, Viçosa 36570-000, MG

<sup>4</sup>Departamento de Fitopatologia, UFV, 36571-000, Viçosa, MG

(Aceito para publicação em 27/10/95)

---

PEREIRA, J.C.R.; SILVA-ACUÑA, R.; PEREIRA, A.A. & GUIMARÃES, F.B. Efeito de fontes de nitrogênio em componentes da resistência à ferrugem do cafeeiro. Fitopatol. bras. 21: 292-295. 1996.

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi de avaliar o efeito de fontes de nitrogênio em componentes da resistência a *H. vastatrix*, sob condições de casa-de-vegetação. As fontes foram constituídas por duas formulações de N-NH<sub>4</sub> (sulfato de amônia e uréia) e duas formulações de N-NO<sub>3</sub> (nitrato de sódio e nitrocálcio). As fontes foram fornecidas na concentração de 2 g.l<sup>-1</sup> a intervalos regulares de 28-30 dias, aplicando-se 100 ml.vaso<sup>-1</sup>, durante 120 dias. Dez dias após a última aplicação as plantas foram inoculadas com a raça II de *H. vastatrix*. Avaliaram-se os componentes área foliar lesionada pela ferrugem (AFLF), esporulação.cm<sup>-2</sup> (ESPOR) e período latente médio (PLM). Os dados obtidos foram comparados por meio de contrastes ortogonais e testados pelo teste F. Os resultados obtidos evidenciaram efeito de fontes N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub> em relação a testemunha, que apresentou maior AFLF, ESPOR e menor PLM. N-NH<sub>4</sub> diferiu de

N-NO<sub>3</sub>, sendo que as fontes amoniacais proporcionaram maior PLM e menor ESPOR, contudo não ocorreu diferença para o componente AFLF. A fonte sulfato de amônia ampliou o PLM em pelo menos 22 dias (18,87 para 40,37) e reduziu o ESPOR em pelo menos 99% (4,28 x 10<sup>6</sup> para 6,73 x 10<sup>2</sup> esporos.cm<sup>-2</sup> de área foliar). Em geral as fontes N-NH<sub>4</sub> e/ou N-NO<sub>3</sub> reduziram significativamente o componente AFLF, em relação a testemunha.

Os resultados obtidos apontam para a possibilidade de utilizar-se de adubação nitrogenada parcelada, principalmente sulfato de amônia, no sentido a induzir resistência parcial à *H. vastatrix*. Esta estratégia é atraente em termos de redução de custo e proteção ambiental.

Palavras-chave: *Coffea arabica*, *Hemileia vastatrix*, controle integrado, resistência parcial.

## ABSTRACT

### The effect of nitrogen sources on coffee rust (*Hemileia vastatrix*) resistance components

In this work the aim was to evaluate the effect of nitrogen sources on coffee resistance components to *H. vastatrix* under greenhouse conditions. The sources were N-NH<sub>4</sub> (ammonium sulphate and urea) formulation, and N-NO<sub>3</sub> (sodium nitrate and nitrocalcium) formulation. The sources were supplied at 2 g.l<sup>-1</sup> concentration, at regular

intervals of 28-30 days, and 100 ml per pot were applied, during 120 days. Ten days after the last treatment, the plants were inoculated with the *H. vastatrix* race II. The foliar area injured (AFLF), the esporulation.cm<sup>-2</sup> (ESPOR) and the mean latent period (PLM) components were evaluated. Data obtained were compared by means of orthogonal contrasts

and tested by the F test. The results obtained showed the effect of N-NH<sub>4</sub> and N-NO<sub>3</sub> sources when compared to the control. N-NH<sub>4</sub> caused greater PLM and lesser ESPOR than N-NO<sub>3</sub>, but AFLF was equal to both variables. The ammonium sulphate source increased PLM in, at least, 22 days (18.87 to 40.37) and reduced ESPOR in, at least, 99% (4.28 x 10<sup>6</sup> to 6.73 x 10<sup>2</sup> spores.cm<sup>-2</sup> of leaf area), when compared

to the control treatment. Generally, the N-NH<sub>4</sub> and/or N-NO<sub>3</sub> sources reduced significantly the AFLF component.

The result obtained in this work point toward the possibility of using nitrogenous fertilization parcelled out, mainly ammonium sulphate, to stimulate parcial resistance to *H. vastatrix*. This strategy is attractive in terms of cost reduction and environmental protection.

A ferrugem do cafeeiro causada por *Hemileia vastatrix* Berk et Br, foi identificada em plantas silvestres de cafeeiro na região do Quênia em 1861 (Chaves *et al.*, 1970); um século após sua constatação o patógeno disseminou-se por todo o continente Africano, atingindo inclusive a Ásia e Oceania. No Brasil a doença foi constatada em 1970, na região Sul do Estado da Bahia (Cardoso, 1986), e atualmente encontra-se presente em todas as regiões onde o cafeeiro é cultivado (Carvalho, 1988).

Segundo Kushalappa e Eskes (1989) a doença pode causar prejuízos da ordem de um a dois bilhões de dólares anuais à cafeicultura mundial e Monaco (1977) estimou que, no Brasil, se nenhuma estratégia de controle é acionada, a doença pode induzir perdas da ordem de 30%.

A importância econômica da doença tem-se constituído, portanto, no maior incentivo ao estabelecimento de estratégias de controle. E, nesse particular, Pereira (1995) coloca a necessidade de utilizarem-se cultivares resistentes para prevenir ou reduzir os prejuízos causados pela doença. Não obstante, o controle da ferrugem do cafeeiro tem sido obtido com aplicações regulares de fungicidas (Silva-Acuña *et al.*, 1992b, 1993).

A doença correlaciona-se com a carga pendente (Zambolim *et al.*, 1992a). Nesse caso, segundo esses autores, é de grande importância à desfolha causada por *H. vastatrix*, o que influencia a produção no ciclo seguinte, provavelmente pelo estresse provocado na planta pela carga pendente, o que pode reduzir a resistência ao desenvolvimento do patógeno. Zambolim *et al.* (1992b) concluíram que a variação no teor de açúcares solúveis totais, açúcares redutores e de amido, apesar do efeito da carga pendente, não é relacionada com a severidade da ferrugem do cafeeiro em anos de alta carga.

Face à importância da ferrugem do cafeeiro procurou-se nesse trabalho avaliar o efeito de fontes de nitrogênio em componentes da resistência à *H. vastatrix*.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa. Utilizaram-se plantas da cultivar Catuai 2144. As plantas com um par de folhas definitivas foram repicadas para vasos, com capacidade para três litros, contendo a mistura de solo:areia, na proporção de 3:1.

Duas semanas antes da repicagem fez-se a adubação convencional indicada para cafeeiro, exceto nitrogênio. Aos 28 dias após a repicagem as plantas receberam a primeira aplicação de nitrogênio. As fontes de nitrogênio, constituídas por nitrato de sódio, nitrocálcio, sulfato de amônia e uréia, foram fornecidas na concentração de 2 g.l<sup>-1</sup>, equivalente em produto comercial, aplicando-se 100 ml das soluções por vaso. Foram efetuadas quatro aplicações de nitrogênio a intervalos regulares de 28 dias. As plantas da testemunha não receberam nitrogênio.

Aos dez dias após a última aplicação de nitrogênio as plantas foram inoculadas, utilizando-se de uredinósporos da raça II. A inoculação foi efetuada mediante distribuição dos uredinósporos na face abaxial em dois pares de folhas por planta, com auxílio de um pincel (D'Oliveira, 1958). Em seguida, as plantas foram colocadas em câmara de nevoeiro no escuro, durante 72 horas. Após o período de câmara úmida as plantas foram transferidas para casa de vegetação.

Avaliaram-se os seguintes componentes de resistência: área foliar lesionada pela ferrugem (AFLF), esporulação, cm<sup>-2</sup> de área foliar (ESPOR) e período latente médio (PLM). O componente AFLF foi obtido com base no uso de uma escala diagramática com valores percentuais em função da área foliar lesionada (Kushalappa e Chaves, 1978). A variável ESPOR, foi determinada coletando-se todos os esporos produzidos nas folhas inoculadas, e seguidamente determinada a área foliar por meio de medidor LI-COR modelo LI-3100, Lincoln, Nebraska, U.S.A., e a variável PLM foi considerado o período de tempo transcorrido desde a inoculação até o surgimento de esporulação em 50% das lesões.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos, 12 repetições e a parcela experimental foi constituída por uma planta.

A análise estatística foi realizada utilizando-se o programa SAEG (Braga Filho e Euclides, 1989) e as comparações dos tratamentos realizados por meio de contrastes ortogonais e testados pelo teste F.

Para a variável AFLF, a testemunha apresentou maior área foliar lesionada (Tabela 1) e constatou-se diferenças significativas entre este tratamento (não adubadas com fontes nitrogenadas) e os tratamentos que receberam adubação nitrogenada tanto de fontes nítricas como de amoniacais (Tabela 2). Não se observou diferenças entre fontes nítricas e amoniacais, assim como também entre as formulações de cada uma dessas fontes (Tabela 2).

Em relação à ESPOR, todas as comparações entre os tratamentos apresentaram diferenças significativas. A testemunha apresentou elevados níveis de produção de inóculo e foi diferente dos demais tratamentos com as diferentes fontes de adubação nitrogenada (Tabelas 1 e 2). Comparando-se entre as fontes nítricas e amoniacais, pode-se constatar diferenças entre elas, sendo que a maior produção de inóculo correspondeu às fontes nítricas e, entre as duas formulações nítricas a de nitrato de sódio foi a que favoreceu a esporulação de forma significativa (Tabela 2). Entre as fontes amoniacais, pode-se constatar que os tratamentos que receberam aplicações de uréia possuíam uma maior esporulação.cm<sup>-2</sup> de área foliar, em relação ao sulfato de amônia (Tabela 2).

Para o período latente médio, de modo similar à esporulação, esta variável apresentou diferenças significativas nas comparações dos tratamentos (Tabela 2). A testemunha

**TABELA 1 - Percentagem de área foliar lesionada por ferrugem (AFLF), esporulação/cm<sup>2</sup> de área foliar (ESPOR) e período latente médio (dias), PLM dos tratamentos com aplicação de diferentes fontes nitrogenadas sobre a ferrugem do cafeeiro. Viçosa, MG, 1994.**

Tratamentos	Características Avaliadas		
	AFLF	ESPOR	PLM
1. Nitrato de sódio	22,37	2,76X10 <sup>4</sup>	27,02
2. Sulfato de Amônia	17,63	6,73X10 <sup>2</sup>	40,37
3. Uréia	26,63	4,20X10 <sup>3</sup>	33,26
4. Nitrato de Cálcio	26,79	1,13X10 <sup>4</sup>	32,92
5. Testemunha	72,22	4,28X10 <sup>6</sup>	18,87

**TABELA 2 - Análise de variância da percentagem de área foliar lesionada pela ferrugem (AFLF), esporulação/cm<sup>2</sup> de área foliar (ESPOR) e período latente médio (dias) (PLM) dos tratamentos com aplicação de diferentes fontes nitrogenadas sobre a ferrugem do cafeeiro. Viçosa, MG, 1994.**

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios		
		AFLF	ESPOR <sup>1</sup>	PLM
Aubos vs. testemunha	1	5.753,19**	20,170**	506,16**
Nitratos vs. sulfatos	1	20,88	3,119**	140,42**
Entre nitratos	1	29,34	0,234**	52,27**
Entre sulfatos	1	111,62	0,952**	75,89**
Resíduo	10	25,27	0,006	2,31
C.V. (%)		15,21	18,17	4,99

<sup>1</sup> Dado transformado em logaritmo, para análise estatística

\*, \*\* Significativo a 5 e 1% de probabilidade respectivamente, pelo teste F.

foi diferente dos tratamentos que receberam adubação nitrogenada, dos quais os tratamentos adubados apresentaram um maior número de dias no seu período latente médio (Tabela 1). Houve diferenças entre as fontes nítricas e amoniacais e, neste caso os tratamentos com fontes amoniacais apresentaram maior período latente médio. Para os tratamentos com as duas fontes nítricas, observou-se maior período latente médio nas plantas tratadas com nitrato de cálcio em relação ao nitrato de sódio e entre as fontes amoniacais, o sulfato de amônia apresentou um maior período latente médio em relação a uréia, tal diferença foi estatisticamente significativa (Tabela 2).

De modo geral as fontes de nitrogênio reduziram significativamente os componentes área foliar lesionada pela fer-

rugem, esporulação e ampliaram o período latente médio. Este comportamento foi observado nos tratamentos que receberam adubação nitrogenada de base amoniacal, particularmente em maior intensidade no tratamento a base de sulfato de amônia.

Poderia ser questionado que a testemunha não havendo recebido nenhuma adubação nitrogenada viria a ter um desequilíbrio nutricional e assim favorecer o ataque do patógeno; entretanto, Cruz Filho & Chaves (1972) não observaram em plântulas de cafeeiro em condições de casa de vegetação diferenças no nível de infecção de ferrugem entre os tratamentos com e sem NPK e micronutrientes. Verificaram ainda que variações no vigor das plantas inoculadas artificialmente não refletiram diferenças no grau de infecção da doença. Por outro lado, estudos de Figueiredo *et al.* (1974) evidenciaram que a omissão de nitrogênio, potássio e fósforo favoreceram a incidência da ferrugem. Particularmente, com relação ao nitrogênio a observação de Figueiredo *et al.* (1974) foi confirmada neste experimento; entretanto, Silva-Acuña *et al.* (1992) relatam que para as condições de campo o desequilíbrio nutricional causado à planta no momento de enchimento de frutos até a maturação, período onde se observou os maiores níveis de doença, não puderam ser explicados pelas alterações nos níveis de macronutrientes. Os mesmos autores assinalam que a variação é mais fisiológica do que consequência da ferrugem do cafeeiro. Desta maneira, a maior suscetibilidade observada na testemunha apresentando maior área foliar lesionada, maior área com esporulação e um menor período latente médio em relação aos tratamentos que receberam a adubação nitrogenada com fontes nítricas e amoniacais seria de natureza fisiológica. Tais alterações segundo Marshner (1986) e Huber (1989) seriam devidas a que fontes amoniacais, diferentemente de fontes nítricas, estimulam a respiração no sistema radicular, estabelecendo um dreno ativo e eliminando os repressores da fotossíntese e desse modo promovem uma distribuição diferencial de açúcares na planta. Neste caso, em especial, a eliminação de repressores propicia que uma significativa concentração de fotossintatos seja acumulada na folha, principalmente glucose, retardando o desenvolvimento da doença. Desse modo, poder-se-ia inferir que a ferrugem do cafeeiro é uma doença de baixo açúcar, sensu Horsfall & Dimond (1957) citados por Vidhyasekaran (1988), uma vez que havendo maior disponibilidade de açúcares na parte aérea da planta, houve menor severidade da doença.

Não obstante, Zambolim *et al.* (1992) relatam que a variação no teor de açúcares solúveis totais, redutores e de amido não são suficientes para explicar a maior ou menor severidade da ferrugem do cafeeiro em anos de alta carga. Contudo, naquele trabalho a redução nos drenos ativos, constituídos pelos frutos, foi estabelecido via desbaste, portanto logo após o estabelecimento de rotas metabólicas.

Por outro lado ao se discutir os componentes de resistência parcial sensu Parlevliet (1979) e Vanderplank (1963), observa-se que os resultados obtidos nesse trabalho indicam que houve indução de resistência parcial ou do tipo horizontal. Os componentes PLM e ESPOR comportaram-se de modo semelhante à resposta devido à inoculação com raças compatíveis de baixa virulência; ou seja, observa-se que a

redução no componente ESPOR correspondem à uma ampliação no componente PLM.

A possibilidade de utilizar-se adubação nitrogenada de forma parcelada, principalmente N-NH<sub>4</sub> (sulfato de amônia e/ou uréia), visando a indução de resistência parcial, constitui-se numa estratégia atraente quando se pensa em redução de custos e proteção ambiental. Em adição são necessários trabalhos complementares de campo, em anos de alta e/ou de baixa carga de frutos. Em se confirmando esses resultados, pode-se pressupor a integração do uso de fontes de nitrogênio amoniacal com o controle químico, visando redução do número de aplicação e/ou ampliação do intervalo de aplicações e, também, atuar como estratégia complementar para cultivares que apresentem um bom nível de resistência parcial.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAGA FILHO, J.M. & EUCLIDES, R.F. SAEG - Manual provisório, 1ª e 2ª parte. FUNARBE/UFV. Divisão de Informática, Univ. Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 1989. 246 p.
- CARDOSO, R.M.L. Novas raças de *Hemileia vastatrix* Berk. et Br. no Brasil. Métodos de identificação e detecção de grupos fisiológicos em cafeeiros derivados do híbrido de Timor. Viçosa, MG, UFV, 1986. 111p. (Tese M.S.).
- CARVALHO, A. Principles and practice of coffee plant breeding for productivity and quality factors: *Coffea arabica*. In: Clark, R.J. e Macrae, R. (eds.) Coffee, London, Elsevier, 1988. 334 p. v. 4: Agronomy.
- CHAVES, G.M.; CRUZ FILHO, J.; CARVALHO, M.G.; MATSUOKA, K.; COELHO, D.J.; SHIMOYA, C. A ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk et Br.). Revisão da literatura com observações e comentários sobre a enfermidade no Brasil. Seiva, 30. 1970. 75 p. Edição Especial.
- CRUZ FILHO, J. & CHAVES, G.M. Efeito da adubação NPK e micronutrientes (FTE) na incidência da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.). Congresso Brasileiro sobre Pragas e Doenças do Cafeeiro 1:60-61. 1973. (Res.)
- D'OLIVEIRA, B. As ferrugens do cafeeiro. Revista do café português 3:39-61. 1958.
- FIGUEIREDO, P.; HIROCE, R.; OLIVEIRA, D.A. Observações preliminares sobre a relação entre a omissão ou excesso de adubo nitrogenado, fosfatado e potássico e níveis de infecção da ferrugem em cafeeiros cultivados em vaso. Congresso Brasileiro sobre Pesquisas Cafeeiras 2:121. 1974. (Res.)
- HUBER, D.M. The role of nutrition in the take-all disease of wheat and other small grains. In: Engelhard, A.W. (ed.) Soilborne plant pathogens: Management of diseases with macro-and microelements. APS. Press, 1990. p. 46-74.
- KUSHALAPPA, A.C. & ESKES, A.B. Advances in coffee rust research. Ann. Rev. Phytopathol. 27: 50-51. 1989.
- KUSHALAPA, A.C. & CHAVES, G.M. Escala para avaliar a porcentagem de área foliar com ferrugem do cafeeiro. Fitopatol. bras. 3: 119. 1978.
- MARSCHNER, H. 1986. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press. London, 647 p.
- MONACO, L.C. Consequence of the introduction of coffee leaf rust in Brazil. Annals of New York Academic of Science 287: 57-71. 1977.
- PARLEVLIT, J.E. Components of resistance that reduce the rate of epidemic development. Ann. Rev. Phytopathol. 17: 203-222. 1979.
- PEREIRA, A.A. Herança da resistência a *Hemileia vastatrix* Berk et Br. em cafeeiros derivados do híbrido de Timor. Viçosa, Impr. Universitária, 1995. 66p.
- SILVA-ACUÑA, R.; ZAMBOLIM, L.; GONZALEZ-MOLINA, E.C. Controle da ferrugem do cafeeiro com triadimenol via solo na Venezuela. Fitopatol. bras. 18: 70-75. 1993.
- SILVA-ACUÑA, R.; ZAMBOLIM, L.; ALVAREZ VENEGAS, V.H.; CHAVES, G.M. Relação entre a produção de grãos, o teor foliar de macronutrientes e a severidade da ferrugem do cafeeiro. Ceres 39:365-377. 1992a.
- SILVA-ACUÑA, R.; ZAMBOLIM, L.; RIBEIRO DO VALE, F.X.; CHAVES, G.M.; PEREIRA, A.A. Época da primeira aplicação de fungicida baseado no nível inicial da incidência para o controle da ferrugem do cafeeiro. Fitopatol. bras. 17: 36-41. 1992b.
- VANDERPLANK, J.E. Plant diseases: epidemic and control. Academic Press. New York, 1963. 349 p.
- VIDHYASEKARAN, P. Physiology of disease resistance in plants. CRC Press. Boca Raton. 1988. 128 p. V. 2.
- ZAMBOLIM, L.; SILVA-ACUÑA, R.; RIBEIRO DO VALE, F.X.; CHAVES, G.M. Influência da produção do cafeeiro sobre o desenvolvimento da ferrugem *Hemileia vastatrix*. Fitopatol. bras. 17: 32-35. 1992a.
- ZAMBOLIM, L.; SILVA-ACUÑA, R.; RENA, A.B.; CHAVES, G.M. Relação de produção de grãos nos teores foliares de amido e de açúcares e seus efeitos subsequentes no desenvolvimento de ferrugem do cafeeiro. Fitopatol. bras. 17: 23-27. 1992b.