

SEVERIDADE DA FERRUGEM EM GENÓTIPOS DE CAFÉ ARÁBICA EM CULTIVO ADENSADO¹

Wagner Nunes Rodrigues²; Márcio Antonio Apostólico³; Marcelo Antônio Tomaz⁴; Tafarel Victor Colodetti²; Sebastião Vinícius Batista Brinate²; Lima Deleon Martins²; Waldir Cintra de Jesus Júnior⁵; José Francisco Teixeira do Amaral⁶

¹Trabalho financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

²Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo (CCA/UFES), Alegre-ES, rodrigues@phytotechnics.com.

³Graduando em Agronomia; Bolsista de Iniciação Científica, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo (CCA/UFES), Alegre-ES.

⁴Departamento de Produção Vegetal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo (CCA/UFES), Alegre-ES.

⁵Centro de Ciências da Natureza, Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR), Buri-SP.

⁶Departamento de Engenharia Rural, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo (CCA/UFES), Alegre-ES.

RESUMO: Este estudo investigou a severidade da ferrugem alaranjada em genótipos de *Coffea arabica* L. cultivadas em sistema adensado na região do Caparaó-ES. O experimento foi realizado em um campo de competição, cultivado em sistema adensado (8.333 plantas por hectare), seguindo um delineamento em blocos casualizados, com 16 genótipos e quatro repetições. As plantas foram avaliadas durante colheitas consecutivas para estudar dois ciclos reprodutivos completos (2010-2012). Os dados foram obtidos para os estádios fenológicos de floração, granação, maturação e repouso vegetativo de cada ciclo. A severidade da ferrugem da folha (*Hemileia vastratrix*) foi avaliada por meio de escalas descritivas. Observou-se que os genótipos são capazes de manter um nível considerável de resistência à ferrugem da folha, quando cultivadas com o aumento da densidade. Os genótipos apresentaram variabilidade em relação severidade da ferrugem, o que indica a existência de níveis diferenciais de resistência entre eles. Para o cultivo adensado, os genótipos Katipó, Paraíso MG H419-1, H419-3-3-7-16-4-1-1, Araponga MG1, Catucaí Amarelo 24/137, Catiguá MG2, Sacramento MG1, Pau-Brasil MG1, Catiguá MG3, Oeiras MG 6851 e Tupi apresentam menor severidade para esse problema fitossanitário.

PALAVRAS-CHAVE: *Coffea arabica*, *Hemileia vastratrix*, controle genético, resistência, adensamento.

SEVERITY OF LEAF RUST IN GENOTYPES OF ARABICA COFFEE CULTIVATED WITH HIGH PLANT DENSITY

ABSTRACT: This study investigated the severity of leaf rust in genotypes of *Coffea arabica* L. cultivated with high plant density in the region of Caparaó-ES. The experiment was conducted in a competition field, cultivated with high plant density (8,333 plants per hectare), following a randomized block design, with 16 genotypes and four replications. The plants were evaluated during consecutive harvests to study two complete reproductive cycles (from 2010 to 2012). Data were obtained for the phenological stages of flowering, graining, maturation and vegetative rest of each cycle. The severity of leaf rust (*Hemileia vastratrix*) was evaluated using descriptive scales. It was observed that the genotypes were able to keep a considerable level of resistance to the leaf rust when cultivated with increased density. The genotypes presented variability regarding the severity of the leaf rust, indicating the existence of differential levels of resistance between them. For cultivation with high plant density, the genotypes Katipó, Paraíso MG H419-1, H419-3-3-7-16-4-1-1, Araponga MG1, Catucaí Amarelo 24/137, Catiguá MG2, Sacramento MG1, Pau-Brasil MG1, Catiguá MG3, Oeiras MG 6851 and Tupi present lower severity for this phytosanitary problem.

KEYWORDS: *Coffea arabica*, *Hemileia vastratrix*, genetic control, resistance, increased density.

INTRODUÇÃO

O café é um dos bens mais valiosos negociados no mundo e o Brasil é seu maior produtor mundial, cultivando as duas principais espécies de café. Entre as espécies de café, o café arábica (*Coffea arabica* L.) é a mais amplamente cultivada no mundo. No Estado do Espírito Santo, a produção de café arábica se concentra predominantemente nas regiões montanhosas.

A exploração da resistência genética em cultivares melhoradas é uma das principais estratégias para o manejo de doenças de plantas na maioria das espécies agrícolas. A existência de genótipos com diferentes níveis de resistência permite que a seleção de cultivares resistentes, reduzindo os custos de produção através da redução da necessidade de adoção de outras estratégias, como o controle químico de doenças (AGRIOS, 2005).

A ferrugem é causada pelo fungo biotrófico *Hemileia vastratrix* (Uredinales: Pucciniaceae) e ocorre em todas as regiões onde o café é cultivado em todo o mundo. A doença é disseminada principalmente pela ação da chuva, a curtas distâncias, e do vento, a distâncias maiores. Das mais de 40 raças de ferrugem já descritas no mundo, 12 são encontradas no Brasil, e com a expansão das áreas cobertas por cultivares resistentes, há sempre a possibilidade de desenvolvimento de novas raças do patógeno (ZAMBOLIM et al., 2005).

Os sintomas da ferrugem da folha são facilmente identificáveis, manifestando-se principalmente na superfície inferior das folhas, onde manchas foliares se desenvolvem, com formação de pústulas cobertas por massas de uredósporos de coloração de amarela a alaranjada; manchas cloróticas aparece na superfície superior, correspondendo aos limites das pústulas. Ataques graves podem causar a perda precoce de folhas; em genótipos susceptíveis, uma mancha de ferrugem é suficiente para provocar a queda da folha infectada (VENTURA et al., 2007). As manchas foliares e a desfolha causam redução da área fotossinteticamente ativa, comprometendo o metabolismo da planta. Ocasionalmente, a doença também pode causar sintomas em ramos, frutos e brotos jovens, mas esses casos não são normalmente observados em ambiente aberto (BECKER-RATERINK, 1991).

A ferrugem é considerada um dos principais problemas fitossanitários para o cultivo de café, a doença causa, em geral, 35% de perda de produção. As principais estratégias utilizadas para gerenciar esta doença estão relacionadas ao controle químico, com fungicidas sistêmicos ou protetores, e ao cultivo de cultivares resistentes (ZAMBOLIM et al., 2005). A expressão genética de resistência é observada pela presença de manchas cloróticas ou amareladas, sem esporulação. A presença de pequenas manchas cloróticas com esporulação pobre é também um sinal de resistência intermediária (VENTURA et al., 2007).

Considerando a importância desse problema fitossanitário, existe a necessidade de identificar cultivares melhoradas que possam ser recomendadas para novos sistemas de cultivo, considerando as mudanças ambientais causadas pela adição de outras tecnologias no sistema e pela interação dessas mudanças com a relação planta-patógeno.

A região do Caparaó capixaba, localizado no sul do Estado do Espírito Santo, é tradicionalmente produtora de café arábica e é economicamente dependente dessa atividade agrícola. Como o cultivo do café arábica na região é feito predominantemente nas montanhas e sob gestão familiar, o adensamento de cultivo é recomendado para aumentar a produtividade da cultura e a eficiência do uso da terra, além de reduzir problemas ambientais pela maior cobertura do solo.

O objetivo deste estudo foi investigar a severidade da ferrugem em genótipos de *Coffea arabica* L. em cultivo adensando, na região do Caparaó-ES.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em campo de competição, instalado em área tipicamente produtora de café arábica, localizada no distrito de Celina, município de Alegre, coordenadas geográficas de 20° 45' S e 41° 33' W, na região do Alto Caparaó, no sul do Estado do Espírito Santo. A área apresenta altitude de 690 m, temperatura média anual de 22 °C e precipitação pluvial entre 1.300 a 1.800 mm por ano, com período chuvoso de outubro a abril e seco de maio a setembro.

As plantas foram instaladas em curva de nível, com espaçamento de 2,00 x 0,60 m, totalizando 8.333 plantas por hectare e configurando um cultivo adensado (ANDROCIOLI FILHO & ANDROCIOLI, 2011). As práticas de manejo adotadas foram estabelecidas em conformidade com as normalmente empregadas na região, e realizadas de acordo com a sua necessidade e seguindo as atuais recomendações para a cultura do café arábica (PREZOTTI, et al., 2007; REIS & CUNHA, 2010).

O ensaio foi implantado em 2009, seguindo delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições e seis plantas por parcela experimental dispostas em linha. Foram avaliados 16 genótipos de *Coffea arabica* L., oriundos dos programas de melhoramento do Instituto Agronômico de Campinas (IAC), da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), da Fundação Pro-Café (MAPA/Pro-café), da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR). Tais instituições são, atualmente, referências no lançamento de cultivares de café arábica.

Os genótipos foram selecionados de acordo com suas características de alta produtividade e qualidade, priorizando genótipos de porte baixo e com resistência a ferrugem, que são características agrônomicas de grande importância para o cultivo adensado de café arábica.

As plantas foram conduzidas até a estabilização de seu ciclo fenológico reprodutivo, e avaliadas durante dois ciclos reprodutivos completos e consecutivos (de 2010 a 2012). A severidade da ferrugem foi avaliada com escala descritiva que indica nota 1 representando a ausência de lesões visíveis causadas pela ferrugem; nota 3 para ocorrência de poucas lesões, de esporulação fraca ou inexistente; nota 5 para ocorrência de pústulas esporuladas de tamanho e intensidade moderada; nota 7 para ocorrência de alta infecção, com pústulas abundantes e perda de folhas; e nota 9 para sintomas muito severos e grande desfolha.

A severidade foi avaliada em todas as plantas da parcela experimental e a severidade da parcela foi expressa como a média das plantas. Com os dados de severidade, ao longo dos 10 pontos de coleta distribuídos pelas fases fenológicas, foram traçadas as curvas de progresso da severidade de cada doença e determinadas as áreas abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), através da metodologia descrita por Amorim et al. (2011).

Os dados foram submetidos à análise de variância e, de acordo com a significância da fonte de variação, as médias estudadas com utilização do teste de Scott-Knott. As análises foram realizadas com uso do programa computacional estatístico “Programa GENES” (CRUZ, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No geral, baixos valores médios para a severidade da ferrugem durante os dois ciclos de avaliação, o que pode ser atribuído ao nível de resistência genética que foi expressado pelos genótipos mesmo sob condições de cultivo adensado. Apesar dos níveis médios de severidade serem baixos, ainda foi possível observar que existe certa similaridade entre os genótipos com relação a época quando a severidade aumenta. Na maioria dos genótipos, a severidade aumenta com o final do primeiro ciclo reprodutivo e passa a apresentar valores mais elevados ao longo do segundo ciclo. Esse fato ocorre devido ao enfraquecimento das plantas causado pela produção de frutos e ao estresse da colheita do ciclo anterior, que acaba resultando em perda de vigor e influenciando negativamente a expressão de resistência.

Outros autores também observaram variabilidade para a severidade da ferrugem em genótipos de cafeeiro arábica que, mesmo quando cultivados sob a mesma condição ambiental, apresentaram diferentes níveis de resistência ao patógeno, indicando a possibilidade de classificação dos genótipos como susceptíveis ou tolerantes (REUBEN & MTENGA, 2012). A resistência à ferrugem no cafeeiro é controlada em maior parte pelo gene SH, com possível efeito menor de outros genes (FAZUOLI et al., 2007; PRAKASH et al., 2004; SILVA et al., 2006). O estudo da ação desses genes e do nível de expressão da resistência que eles conferem são ferramentas valiosas para o manejo fitossanitário da cultura de maneira sustentável, pela exploração da resistência genética.

Já foi reportado na literatura que, em campo de competição de cultivares de cafeeiro arábica, algumas cultivares chegam a apresentar resistência completa a ferrugem, enquanto outras podem perder sua resistência em função da condição ambiental (SHIGUEOKA et al., 2014).

A avaliação da expressão de resistência para outras doenças causadoras de manchas foliares, tomando como base a menor severidade que é observada em genótipos portadores de genes de resistência vem desempenhando um importante papel para a seleção de genótipos resistentes, possibilitando a seleção através da identificação de genótipos com menor número de lesões e menor desfolha (TSHILENGE-LUKANDA et al., 2012).

Outros estudos têm reportado que o cultivo adensado acaba favorecendo o desenvolvimento da ferrugem do cafeeiro. Estes alertam que uma seleção cuidadosa deve ser feita para recomendar cultivares para sistemas adensados, reafirmando a importância dos resultados obtidos nesse estudo (PAIVA et al., 2011).

As médias de AACPD da ferrugem são apresentadas na Tabela 1. O critério de Scott-Knott permitiu a identificação de dois grupos de médias homogêneas.

Tabela 1. Agrupamento de médias de área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para a severidade da ferrugem (*Hemileia vastratrix*) de 16 genótipos de *Coffea arabica* L.

Genótipos	Médias de AACPD
	Ferrugem
IAPAR 59	1.107,09 a
Katipó	1.008,40 b
Acauã	1.142,48 a
Paraíso MG H419-1	877,77 b
H419-3-3-7-16-4-1-1	943,61 b
Araponga MG1	988,81 b
Catuaí Amarelo 24/137	1.059,88 b
Catiguá MG2	915,61 b
Sacramento MG1	980,08 b
Pau-Brasil MG1	1.057,14 b
Catiguá MG3	1.026,21 b
Oeiras MG 6851	1.080,16 b
Tupi	984,91 b
Catuaí IAC 44	1.272,51 a
Catuaí IAC 81	1.261,39 a
Catuaí IAC 144	1.143,62 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Para ferrugem, os genótipos Katipó, Paraíso MG H419-1, H419-3-3-7-16-4-1-1, Araponga MG1, Catuaí Amarelo 24/137, Catiguá MG2, Sacramento MG1, Pau-Brasil MG1, Catiguá MG3, Oeiras MG 6851 e Tupi apresentaram menores médias de AACPD, indicando que o nível de resistência desses genótipos é maior em relação aos demais. Del Grossi et al. (2013) descrevem que alguns dos mesmos genótipos também apresentaram menor intensidade para o ataque da ferrugem em suas condições de cultivo.

Apesar de não atingirem níveis de severidade elevados, as maiores médias de AACPD que foram observadas nos genótipos Catuaí IAC 44, Catuaí IAC 81 e Catuaí IAC 144 são relacionadas ao seu menor nível de resistência, já que esse grupo apresenta conhecida susceptibilidade a essa doença (CARVALHO et al., 2008; FERRÃO et al., 2011). Do mesmo modo, Sera et al. (2007) já descreveram a ocorrência de uma perda de resistência genética mais expressiva por parte de IAPAR 59 do que o observado em outros genótipos de cafeeiro arábica, sua perda de vigor associada às condições microclimáticas favoráveis ao fungo podem ter contribuído para a limitação da expressão da resistência dessa cultivar.

O cultivo adensado pode promover a formação de um microclima diferenciado na lavoura de café, o que pode favorecer o desenvolvimento de doenças fúngicas, devido a maior umidade relativa do ar que tende a ser retida nas copas, a redução da luz solar que incide dentro das copas e a redução da temperatura do sistema. Entretanto, mesmo nestas condições, a severidade da ferrugem nos genótipos de cafeeiro arábica não foi alta o suficiente para atingir nível de controle. Adicionalmente, foi possível observar níveis diferenciados de resistência entre os genótipos, como mostrado na Tabela 1, o que permite a seleção de genótipos com maior resistência para serem recomendados para o cultivo adensado em regiões onde essa doença do cafeeiro é mais problemática.

CONCLUSÕES

Os genótipos apresentam variabilidade em relação ao seu nível de resistência a ferrugem de ocorrência natural na região do Caparaó-ES. Para o cultivo adensando, os genótipos Katipó, Paraíso MG H419-1, H419-3-3-7-16-4-1-1, Araçuaia MG1, Catuaí Amarelo 24/137, Catiguá MG2, Sacramento MG1, Pau-Brasil MG1, Catiguá MG3, Oeiras MG 6851 e Tupi apresentam menor severidade para esse problema fitossanitário do cafeeiro.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento da pesquisa. Ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo pelo apoio ao projeto. À CAPES, à FAPES, ao CNPq e à UFES pela concessão de bolsas aos autores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIOS, G. N. *Plant pathology*. 5.ed. San Diego: Academic Press, 2005. 952p.
- AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. *Manual de fitopatologia*. 4.ed. São Paulo: Ceres, 2011. v.1. 704p.
- ANDROCIOLI FILHO, A.; ANDROCIOLI, L. G. Adensamento e poda do café arábica. In: TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T.; JESUS JUNIOR, W. C.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G. *Tecnologias para a sustentabilidade da cafeicultura*. Alegre: CAUFES, 2011. p.69-94.
- BECKER-RATERINK, S. El sistema *Coffea* spp y *Hemileia vastatrix*. In: BECKER-RATERINK, S.; MORAES, W. B.; QUIJANO-RICO, M. *La roya del café: conocimiento y control*. Eschborn: GTZ, 1991. p.2-63.
- CARVALHO, C. H. S.; FAZUOLI, L. C.; CARVALHO, G. R.; GUERREIRO FILHO, O.; PEREIRA, A. A.; ALMEIDA, S. R.; MATIELO, J. B.; BARTHOLO, G. F.; SERA, T.; MOURA, W. M.; MENDES, A. N. G.; REZENDE, J. C.; FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; NACIF, A. P.; SILVAROLLA, M. B.; BRAGHINI, M. T. Cultivares de café arábica de porte baixo. In: CARVALHO, C. H. S. *Cultivares de café*. Brasília: EMBRAPA CAFÉ, 2008. p.157-226.
- CRUZ, C. D. GENES: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v.35, p.271-276, 2013.
- Del GROSSI, L.; SERA, T.; SERA, G. H.; FONSECA, I. C. B.; ITO, D. S.; SHIGUEOKA, L. H.; ANDREAZI, E.; CARVALHO, F. G. Rust resistance in Arabic coffee cultivars in northern Paraná. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v.56, n.1, p.27-33, 2013.
- FAZUOLI, L. C.; BRAGHINI, M. T.; SILVAROLLA, M. B.; OLIVEIRA, A. C. B. A ferrugem alaranjada do cafeeiro e a obtenção de cultivares resistentes. *O Agrônomo*, v.59, p.48-53, 2007.
- FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, R. G.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; SOUZA, E. M. R.; MORELI, A. P. Cultivares de café arábica e conilon recomendados para o Estado do Espírito Santo. In: TOMAZ, M. A.; AMARAL, J. F. T.; JESUS JUNIOR, W. C.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A. G. *Tecnologias para a sustentabilidade da cafeicultura*. Alegre: CAUFES, 2011. p.51-68.
- PAIVA, B. R. T. L.; SOUZA, P. E.; SCALCO, M. S.; SANTOS, L. A. Progress of rust in coffee plants in various densities of cultivation in irrigated planting after pruning. *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, p.137-143, 2011.

- PRAKASH, N. S.; MARQUES, D. V.; VARZEA, V. M. P.; SILVA, M. C.; COMBES, M. C.; LASHERMES, P. Introgression molecular analysis of a leaf rust resistance gene from *Coffea liberica* into *Coffea arabica* L.. *Theoretical and Applied Genetics*, v.109, p.1311-1317, 2004.
- PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. *Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo: 5ª aproximação*. Vitória: SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007. 305p.
- REIS, P. R.; CUNHA, R. L. *Café arábica: do plantio à colheita*. Lavras: EPAMIG, 2010. 896p.
- REUBEN, S. O. W. M.; MTENGA, D. J. I. Variation in resistance to coffee leaf rust (*Hemileia vastatrix*, Berk. and Broome) among germplasm progenitors at the Tanzanian Coffee Research Institute (TACRI). *International Journal of Agricultural Sciences*, v.2, p.296-300, 2012.
- SERA, G. H.; SERA, T.; ITO, D. S.; AZEVEDO, J. A.; MATA, J. S.; DOI, D. S.; RIBEIRO FILHO, C. Selection for durable resistance to leaf rust using test-crosses on IAPAR-59 and Tupi IAC 1669-33 cultivars of *Coffea arabica*. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v.50, n.4, p.565-570, 2007.
- SHIGUEOKA, L. H.; SERA, G. H.; SERA, T.; FONSECA, I. C. B.; MARIUCCI JUNIOR, V.; ANDREAZI, E.; CARVALHO, F. G.; GARDIANO, C. G.; CARDUCCI, F. C. Selection of Arabic coffee progenies with rust resistance. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v.14, p.88-93, 2014.
- SILVA, M. C.; VARZEA, V. M. P.; GUERRA-GUIMARÃES, L.; AZINHEIRA, H. G.; FERNANDES, D.; PETTIOT, A. S.; BERNARD, B.; LASH-ERMES, P.; NICOLE, M. Coffee resistance to the main disease: leaf rust and coffee berry disease. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v.18, p.119-147, 2006.
- TSHILENGE-LUKANDA, L.; NKONGOLO, K. K. C.; KALONJI-MBUYI, A.; KIZUNGU, R. V. Epidemiology of the groundnut (*Arachis hypogaea* L.) leaf spot disease: genetic analysis and developmental cycles. *American Journal of Plant Sciences*, v.3, p.582-588, 2012.
- VENTURA, J. A.; COSTA, H.; SANTANA, E. N.; MARTINS, M. V. V. Diagnóstico e manejo das doenças do cafeeiro Conilon. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; MUNER, L. H. *Café Conilon*. Vitória: Incaper, 2007. p.451-498.
- ZAMBOLIM, L.; VALE, F. X. R.; ZAMBOLIM, E. M. Doenças do cafeeiro. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. *Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas*. 4. ed. Piracicaba: Ceres, 2005. v.2. p.165-180.