



## INCIDÊNCIA E SEVERIDADE DA FERRUGEM (*Hemileia vastatrix*) DO CAFEIEIRO EM FUNÇÃO DO AUMENTO DA CONCENTRAÇÃO DE CO<sub>2</sub> DO AR

FERNANDA RIBEIRO DE ANDRADE OLIVEIRA<sup>1</sup>, RAQUEL GHINI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Doutoranda, UNESP, Botucatu-SP, oliveira.fernanda@live.com

<sup>2</sup> Pesquisadora, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP, raquel@cnpma.embrapa.br

**RESUMO:** O impacto da mudança climática sobre o cafeeiro tem sido pouco estudado. O trabalho visou avaliar o efeito do aumento da concentração de dióxido de carbono sobre o desenvolvimento da ferrugem do cafeeiro. O experimento foi conduzido em condições de campo, em estufas de topo aberto. Os tratamentos foram constituídos dos níveis de CO<sub>2</sub> ambiente e com 550 ppm. Foram inoculadas mudas de cafeeiros das cultivares Catuaí e Obatã nas quais se avaliou parâmetros de incidência e severidade da doença. A incidência da doença não diferiu em relação aos tratamentos. Já a severidade foi menor no tratamento com maior concentração de CO<sub>2</sub> para a cv. Catuaí, indicando diminuição da doença em função do aumento CO<sub>2</sub>. Para a cultivar Obatã, o aumento do gás não teve efeito.

**PALAVRAS-CHAVE:** doenças do cafeeiro, mudanças climáticas, dióxido de carbono.

### INTRODUÇÃO

As evidências de que estão ocorrendo mudanças climáticas em função do aumento da concentração de gases do efeito estufa têm se apresentado cada vez mais consistentes. A partir da Revolução Industrial, houve um aumento gradativo da utilização de combustíveis fósseis como o carvão mineral e derivados de petróleo. O uso crescente desses produtos começou a alterar a composição da atmosfera, aumentando a quantidade de gases de efeito estufa, sendo o principal deles o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). O aumento excessivo de gases como o ozônio (O<sub>3</sub>), dióxido de carbono, metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) leva ao aumento da retenção da radiação infravermelha mantendo-a próxima à superfície da Terra (PINTO et al., 2001).

As projeções do IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) indicam aumento da precipitação em algumas regiões e diminuição em outras, podendo inclusive haver inversão da época do ano (PELLEGRINO et al., 2007). Além do aumento da temperatura média do planeta, outras alterações também estão sendo desencadeadas por consequência da intensificação do efeito estufa. Dentre elas destacam-se alterações nos padrões de distribuição e intensidade de chuvas, ventos e circulação dos oceanos (IPCC, 2007).

Por ser um componente básico da fotossíntese, uma concentração elevada de CO<sub>2</sub> pode causar alterações na morfologia e nos processos fisiológicos das plantas (PRITCHARD, et al., 1999). Geralmente, altas concentrações de CO<sub>2</sub> atmosférico causam aumento significativo na taxa fotossintética, diminuição da taxa de transpiração por unidade foliar, enquanto a transpiração total da planta algumas vezes pode ser aumentada devido à maior área foliar. Alterações na eficiência do uso da água pelas plantas pode ocorrer como resultado do fechamento de estômatos. Além disso, alterações na produção de papilas, acúmulo de silício em locais de penetração dos apressórios, maior acúmulo de carboidratos nas folhas, maior produção de cera, camadas adicionais de células epidérmicas, aumento da quantidade de fibras e redução da concentração de nutrientes podem ocorrer nas plantas (MANNING, TIEDEMANN, 1995). Pode haver ainda uma redução da densidade de estômatos, o que afeta diretamente os componentes epidemiológicos de diversas doenças, pois resulta em restrição da penetração de patógenos. Essas alterações podem também modificar interações com patógenos microbianos (CHAKRABORTY et al., 2000; GILL et al., 2002). McElrone et al. (2005), por exemplo, evidenciaram redução na incidência e severidade de doenças fúngicas ao reduzir a abertura estomatal e alterar propriedades químicas das folhas.

A cultura do café é suscetível a inúmeras doenças da parte aérea, destacando-se, entre elas, em função dos danos, a ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome). A maior ou menor intensidade dessa doença está associada ao ambiente, ao patógeno, ao hospedeiro e aos manejos culturais (ZAMBOLIM et al., 1997). Os autores relatam ainda que os danos causados pela ferrugem do cafeeiro são, principalmente, indiretos, pela indução desfolha por ocasião da colheita.

Em café arábica, a perda ocasionada pela ferrugem é de cerca de 35 a 40% (GARCIA et al., 2000). Por ser um fungo biotrófico, *Hemilea vastatrix* tem sua fonte de inóculo composta por folhas infectadas que, ao produzirem uredósporos, cujo período de incubação pode chegar a três meses ou mais, tornam-se fonte de inóculo para a próxima estação (BEDENDO, 1995). As condições climáticas favoráveis à infecção ocorrem quando a temperatura está por volta de 21 a 25°C, com molhamento foliar e umidade relativa do ar elevado. Nessa faixa de temperatura, na presença de água livre nas folhas e em condições de baixa luminosidade, os uredósporos germinam dentro de três horas. Seus esporos são disseminados a longas distâncias pelo vento, sendo a chuva o principal disseminador do patógeno dentro da lavoura. Os sintomas iniciam-se com pequenas manchas cloróticas, translúcidas, localizadas na face inferior das folhas e se desenvolvem formando massas pulverulentas de coloração amarelo-alaranjado, formadas pelos uredósporos, também no limbo inferior da folha (ZAMBOLIM et al., 1997).

A avaliação dos efeitos de gases sobre as doenças de plantas é, de modo geral, realizada em ambientes controlados, nos quais a concentração do gás atmosférico pode ser manipulada. Estufas de topo aberto permitem a obtenção de respostas ao gás em condições naturais do clima e possibilitam o cultivo direto no solo (GHINI, 2005). São adequadas para estudos com aumento do teor de CO<sub>2</sub> devido à possibilidade de conduzir ensaios em todos os estádios de desenvolvimento de plantas, com menor interferência de artefatos, exceto o plástico que altera parte da radiação solar resultando em um pequeno aumento da temperatura. Além disso, a condução de experimentos em estufas de topo aberto permite a obtenção de respostas ao gás em condições naturais, que incluem as flutuações diárias e sazonais do clima. Diversos tipos de estufas de topo aberto estão descritas e constituem uma importante ferramenta para estudos sobre mudanças climáticas (AIDAR et al., 2002).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do aumento da concentração de dióxido de carbono atmosférico sobre a ocorrência e a severidade da ferrugem em mudas de café.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido Embrapa Meio Ambiente, em Jaguariúna-SP, em condições de campo, em estufas de topo aberto (OTC, "open-top chambers") (Figura 1) e em sua versão modificada (Figura 2). A OTC possui 1,9m de diâmetro e 2m de altura, com uma redução da abertura no topo e um ventilador próximo ao solo para proporcionar a mistura do ar com o CO<sub>2</sub> injetado na estufa. A OTC modificada difere por possuir apenas 1m de altura, sem ventilador, sendo o CO<sub>2</sub> puro liberado por uma canalização do interior da OTC. O monitoramento da concentração de CO<sub>2</sub> foi feito com auxílio de um analisador de infravermelho de CO<sub>2</sub> (IRGA-Infrared Gas Analyzer) que no caso das OTCs modificadas fornece as informações para controladores programáveis que regulam a liberação do gás. Estufas semelhantes às descritas, sem a injeção de CO<sub>2</sub>, foram utilizadas para comparações em concentração atmosférica atual e parcelas sem estufa foram utilizadas para verificar o efeito da estrutura das OTCs.



FIGURA 1. Estufa de topo aberto. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP.



FIGURA 2. Estufa de topo aberto modificada. Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP.

Os tratamentos foram constituídos por: OTC com aplicação de CO<sub>2</sub> (550 ppm), OTC sem aplicação de CO<sub>2</sub> (ambiente), sem OTC (testemunha); em três repetições, distribuídos em delineamento em blocos ao acaso. Em cada OTC, dez plantas de café Catuaí e dez de Obatã foram cultivadas e inoculadas com 1mg.ml<sup>-1</sup> de suspensão de urediniosporos do patógeno. Após o aparecimento dos sintomas, a face abaxial das folhas foi fotografada em quatro datas em um período de quinze dias. Posteriormente, as fotos foram analisadas utilizando-se o programa ASSESS (Image Analysis Software for Plant Disease Quantification 2.0), obtendo-se o número de lesões e área

lesionada. A análise de variância foi realizada com auxílio do programa MINITAB 16. As médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade com tratamentos casualizados em blocos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A incidência da ferrugem do cafeeiro não diferiu significativamente entre os tratamentos com diferentes níveis de  $\text{CO}_2$  do ar. Já a severidade da doença, avaliada em relação ao número de lesões por área foliar, foi menor para a cultivar Catuaí, quando cultivada com maior concentração de dióxido de carbono. Nas OTCs, observou-se uma redução de 2,5 para 1,4 lesões. $\text{cm}^{-2}$  e nas OTCs modificadas de 1,5 para 0,7 lesões. $\text{cm}^{-2}$  (Figura 3). A área abaixo da curva de progresso da doença, calculada em função da porcentagem de área foliar lesionada ao longo das avaliações foi 42,9% menor no tratamento com dióxido de carbono nas OTCs. No entanto, nas OTCs modificadas essa diferença não foi estatisticamente significativa, apesar de observada uma tendência similar (Figura 4). A tendência de diminuição da ferrugem em função da concentração de dióxido de carbono necessita ser melhor estudada, inclusive em relação ao efeito direto na planta e no patógeno separadamente.

A cultivar Obatã apresentou menores incidência e severidade que a Catuaí, mas não diferiu em função do aumento da concentração de  $\text{CO}_2$  do ar. Tal comportamento era esperado, uma vez que a cultivar Obatã é considerada resistente à ferrugem e Catuaí considerada suscetível (SERA et al., 2010).

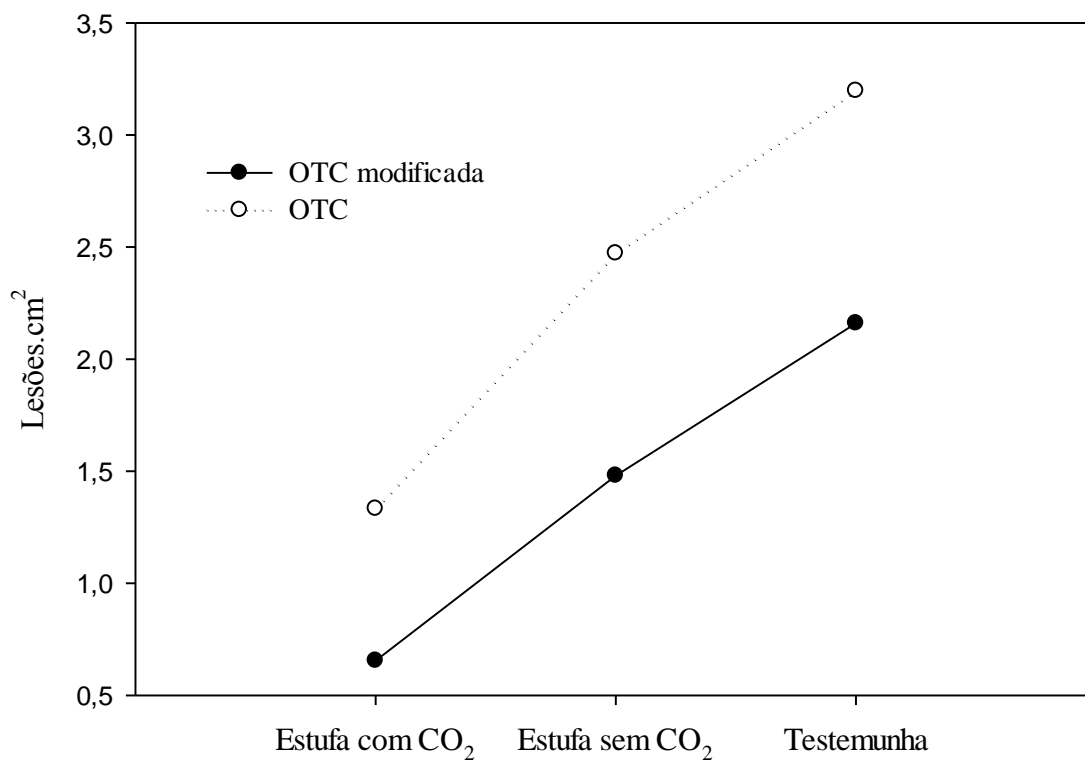


FIGURA 3. Número de lesões de ferrugem por  $\text{cm}^2$  na cultivar Catuaí em função de diferentes concentrações de dióxido de carbono atmosférico.

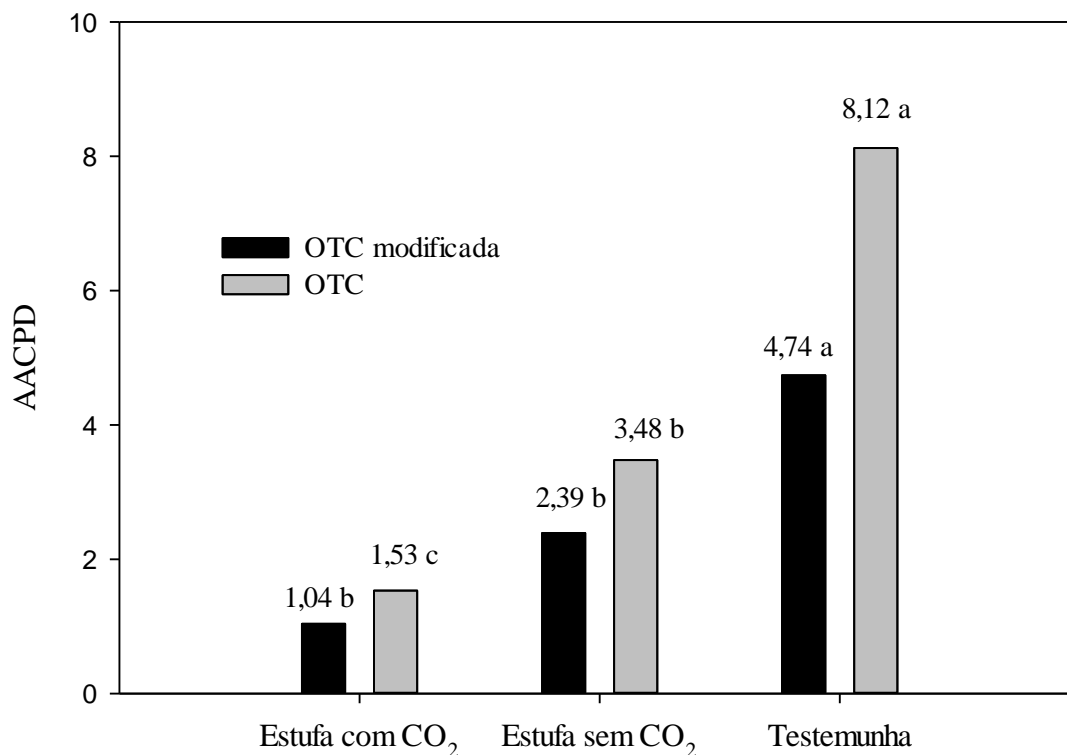


FIGURA 4. Área abaixo da área de progresso da doença (AACPD), obtida com a área foliar lesionada por ferrugem na cultivar Catuaí em função de diferentes concentrações de dióxido de carbono atmosférico.

## CONCLUSÕES

Há uma tendência de diminuição da ferrugem do cafeeiro na cultivar Catuaí em função do aumento da concentração de dióxido de carbono. Para a cultivar Obatã, o aumento do gás não teve efeito.

## REFERÊNCIAS

AIDAR, M. P. M.; MARTINEZ, C. A.; COSTA, A. C.; COSTA, P. M. E.; DIETRICH, S. M. C.; BUCKERIDGE, M. S. Effect of atmospheric CO<sub>2</sub> enrichment on the establishment of seedlings of jatobá, *Hymenaea courbaril* L. (Leguminosae, Caesalpinioideae). **Biota Neotropica**, v. 2, n. 1, p. 1-10, 2002.

BEDENDO, I.P. Ferrugens. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIN, L. **Manual de fitopatologia: princípio e conceitos**. 3ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v.1, p. 872-880.

CHAKRABORTY, S.; TIEDEMANN, A.V.; TENG, P.S.C. Climate change: potencial impact on plant diseases. **Environmental pollution**, Barking, v.108, p.317-326. 2000.

GARCIA, A.; RODRIGUES, A.N.A.; COSTA, J.N.M. **Ocorrência das principais doenças causadas por fungos em cafeeiros de Rondônia**, 2000. 34p. Circular Técnica, 51.

GHINI, R. **Mudanças Climáticas globais e doenças de plantas**. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente. 2005.104p.

GILL, R.A. POLLEY, H.W. JOHNSON, H.B. Nonlinear grassland responses to past and future atmospheric CO<sub>2</sub>. **Nature**, London, v.417, p.279-282, 2002.

IPCC. **Climatic change 2007: the physical science basis**. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. 996p. (IPCC Assessment Report, 4).

MANNING, W.J.; TIEDEMANN, A.V. Climate change: potencial effects of increased atmospheric carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), ozone (O<sub>3</sub>), and ultraviolet-B (UV-B) radiation on plant diseases. **Environmental Pollution**, Barking, v.88, p.219-245, 1995.

McELRONE, A.J.; REID, C.D.; HOYE, K.A.; HART, E.; JACKSON, R.B. Elevated CO<sub>2</sub> reduces disease incidence and severity of a red maple fungal pathogen via changes in host physiology and leaf chemistry. **Global Change Biology**, v.11, p.1828-1836, 2005.

PELLEGRINO, G.Q.; ASSAD, E.D.; MARIN, R.F. Mudanças Climáticas Globais e a Agricultura no Brasil. **Revista Multiciência**, n. 8. Mudanças Climáticas, 2007.

PINTO, H.S.; ASSAD, E.D.; ZULLO, Jr.J., BRUNINI, O.; EVANGELHISTA, B.A. Impacto do aumento da temperatura no zoneamento climático do café nos Estados de São Paulo e Goiás: avaliação dos cenários do IPCC. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 12, 2001. Fortaleza. **Anais...Fortaleza**, 2001. p. 605-606.

PRITCHARD, S.G.; ROGERS, H.H.; PRIOR, S.A.; PETERSON, C.M. Elevated CO<sub>2</sub> and plant structure: a review. **Global Change Biology**, v.5 n.7, p 807-837, 1999.

SERA, G.H.; SERA, T.; FONSECA, I.C. de; ITO, D.S. Resistência à ferrugem alaranjada em cultivares de café. *Coffee Science*, v.5, n.1, p.59-66. 2010.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R.; PEREIRA, A.A.; CHAVES, G.M. Café (*Coffea arabica* L.) controle de doenças causadas por fungos, bactérias e vírus. In: VALE, F.X.R.; ZAMBOLIM, L. **Controle de doenças em plantas**. Viçosa, Minas Gerais. Supre Gráfica e Editora. 1997. p.83-180.