



# XL CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA

## Instituto Agrônomo - Campinas, SP

7 a 9 de Fevereiro de 2017

### AVALIAÇÃO DA SEVERIDADE DE FERRUGEM E DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE CAFÉ CULTIVADAS EM EXPERIMENTO FACE (“FREE AIR CARBON DIOXIDE ENRICHMENT”)

Heloise Trancolin<sup>1</sup>, Regiane Iost<sup>2</sup>, Eunice Reis Batista<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP. [heloisetrancolin@hotmail.com](mailto:heloisetrancolin@hotmail.com) <sup>2</sup>Faculdade de Ensino Superior e Formação Integral, FAEF, Garça-SP. [regianeios@hotmail.com](mailto:regianeios@hotmail.com) <sup>3</sup>Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP. [eunice.reis@embrapa.br](mailto:eunice.reis@embrapa.br)

**RESUMO** - O clima do planeta vem se alterando gradativamente nas últimas décadas em consequência da intensificação das atividades antrópicas, como a queima de combustíveis fósseis e mudanças no uso da terra, que são responsáveis por alterações em diversos componentes do ambiente, como o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o ozônio (O<sub>3</sub>) e a radiação ultravioleta-B (UV-B). Considerando que o CO<sub>2</sub> é o gás de efeito estufa que tem maior destaque devido ao maior volume de emissões, os efeitos do aumento da concentração de CO<sub>2</sub> do ar foram avaliados sobre a severidade da ferrugem e sobre o desenvolvimento de plantas de café (Catuaí Vermelho IAC 144) no ano de 2016 cultivado em duas concentrações atmosféricas de CO<sub>2</sub> em sistema - FACE (“Free Air Carbon Dioxide Enrichment”). O experimento foi realizado no campo experimental da Embrapa Meio Ambiente, em Jaguariúna-SP, (latitude 22°71’90’’S, longitude 47°02’10’’W, altitude de 570 m), sendo composto por 12 parcelas octogonais com laterais de quatro metros e 10 metros de diâmetro. A injeção de CO<sub>2</sub> foi feita no período diurno, das 7 às 17h, em seis parcelas por meio de bicos injetores localizados nos lados das parcelas a 0,5m de altura do solo. Em condições de concentração elevada de CO<sub>2</sub> a severidade de ferrugem foi maior. O aumento da concentração de CO<sub>2</sub> do ar não teve efeito sobre o desenvolvimento das plantas de café. Novas avaliações devem ser realizadas, em continuidade ao presente trabalho, para a comprovação dos possíveis efeitos da atmosfera enriquecida com CO<sub>2</sub> e verificação da possível interação com outros fatores, como temperatura, vento e umidade relativa do ar.

**Palavras-chave:** *Coffea arabica*, *Hemileia vastatrix*, mudança climática, FACE.

## INTRODUÇÃO

Atualmente, as mudanças climáticas representam uma das maiores ameaças para a humanidade, podendo gerar graves problemas sociais, econômicos e ambientais. Nas últimas décadas, suas causas e consequências vêm sendo estudadas por diversos segmentos da sociedade. E, é possível que, mesmo que as emissões de gases de efeito estufa sejam reduzidas



# **XL CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA** **Instituto Agrônomo - Campinas, SP**

**7 a 9 de Fevereiro de 2017**

drasticamente nas próximas décadas, as mudanças ocorridas pelas emissões do passado já sejam suficientes para alterar o clima global no futuro.

Os primeiros estudos sobre o assunto tiveram início nas geleiras polares a partir de pesquisas realizadas em bolhas de ar que foram retiradas de diversas profundidades para análise dos gases presentes nas mesmas. Os dados obtidos demonstraram alta correlação entre mudanças na temperatura do planeta e concentração de gases de efeito estufa na atmosfera. Nos últimos 800 mil anos, a concentração de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) não excedeu 300 ppm (SIEGENTHALER et al., 2005; LÜTHI et al., 2008).

Durante o período de 2002-2011 a concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico apresentou uma taxa de crescimento médio de  $2 \pm 0,1$  ppm.ano<sup>-1</sup>, o que de acordo com Ciais e Sabine (2013) representa o maior aumento já observado desde que a concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico começou a ser medida em 1958. De acordo com o IPCC (2007), a concentração de CO<sub>2</sub> era de 390 ppm com projeções de aumento variando de 500 a 1000 ppm em 2100. Recentemente, os níveis de gases de efeito estufa na atmosfera atingiram nível recorde. De acordo com a Organização Meteorológica Mundial (OMM), agência especializada da ONU, as concentrações de dióxido de carbono vêm subindo de forma constante para o nível de 400 ppm, tendo atingido novos recordes a cada ano, desde que começaram a ser feitos registros confiáveis, em 1984. E, de acordo com a Agência Nacional Oceânica e Atmosférica (NOAA) a concentração mensal deste gás de efeito estufa ultrapassou 400 ppm em março de 2015. O impacto do aumento da concentração de CO<sub>2</sub> em ecossistemas e agroecossistemas vêm sendo amplamente pesquisado visando prever a resposta desses sistemas ao novo cenário de condição ambiental.

As atividades humanas, principalmente a queima de combustíveis fósseis e a mudança no uso da terra, estão contribuindo para o aumento da concentração dos gases de efeito estufa na atmosfera, alterando o balanço radiativo e causando o aquecimento global.

Até o presente momento já foram observados indícios de aumento na frequência e intensidade de eventos climáticos extremos, alteração no regime de chuvas, secas e outros padrões do tempo, perturbações nas correntes marítimas, derretimento de geleiras, menor quantidade de neve no globo, alteração na composição da água, aquecimento e elevação do nível dos oceanos e mudanças na fisiologia e morfologia de diversos animais e plantas IPCC (2007).

Essas mudanças afetam direta e indiretamente as doenças e pragas de plantas. A agricultura depende diretamente dos fatores climáticos, assim alterações no clima podem afetar o



# **XL CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA** **Instituto Agronômico - Campinas, SP**

**7 a 9 de Fevereiro de 2017**

zoneamento agrícola, a produtividade e as técnicas de manejo, forçando os seres vivos a se adaptarem. Porém, como essas modificações estão ocorrendo em um curto espaço de tempo, é preciso considerar se as espécies não serão eliminadas antes mesmo de se adaptarem às novas condições (GHINI et al., 2011).

Estudos demonstram que a elevação da concentração do CO<sub>2</sub> provoca efeitos benéficos no desenvolvimento das plantas, por promover alterações no metabolismo, crescimento e processos fisiológicos. Podendo ocasionar um efeito positivo, negativo ou neutro na ocorrência e severidade de doenças e pragas de plantas. O manejo das mesmas também pode ser alterado devido às modificações na microbiota, distribuição geográfica e interação com outros microrganismos que interagem com as plantas (GHINI, 2005).

O café é considerado um dos principais produtos agrícolas do Brasil, o qual é o maior produtor e exportador. O cafeeiro está sujeito à incidência de várias doenças e pragas, entre elas, a ferrugem causada pelo fungo biotrófico *Hemileia vastatrix* e o bicho-mineiro, *Leucoptera coffeella*, que são, respectivamente, a principal doença e praga desta cultura. Sendo assim, o estudo dos impactos do aumento do CO<sub>2</sub> sobre a cultura do café é indispensável para garantir altas produtividades.

Com base nisso, o presente trabalho teve por objetivo estudar os efeitos do aumento da concentração de CO<sub>2</sub> do ar, em experimento FACE, sobre a severidade da ferrugem e no desenvolvimento de plantas de café (Catuaí Vermelho IAC 144) no ano de 2016.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento FACE (“*Free Air Carbon –dioxide Enrichment*”) está instalado na Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias – Embrapa, unidade Meio Ambiente no município de Jaguariúna, SP, local de altitude média de 570 m, 22°71’90’’ S de latitude e 47°02’10’’ W de longitude. Segundo a classificação climática de Koeppen, é do tipo CWa, tropical de altitude, caracterizado por chuvas no verão e seca no inverno com temperatura mínima de 17°C e precipitação superior a 1300 mm (CEPAGRI, 2016). A implantação do experimento iniciou-se em 2010, quando as mudas de café da espécie *Coffea arabica*, cultivar Catuaí Vermelho IAC 144 foram plantadas nas linhas somente nos locais onde as parcelas do experimento não seriam instaladas. Após um ano, 12 parcelas foram instaladas no campo. Das



# XL CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA Instituto Agrônômico - Campinas, SP

7 a 9 de Fevereiro de 2017

quais, seis com injeção de CO<sub>2</sub> e seis sem injeção do gás. Cada parcela consiste de um octógono de aço com laterais de 4 m de comprimento com 10 m de diâmetro, espaçados para evitar contaminação entre as parcelas tratadas ou não tratadas. Com o objetivo de avaliar a severidade da ferrugem alaranjada (*Hemileia vastratix*) e o desenvolvimento de plantas de café sob o efeito do aumento da concentração de CO<sub>2</sub> do ar, foram realizadas avaliações em oito plantas de cada uma das doze parcelas experimentais. As plantas foram escolhidas aleatoriamente e devidamente marcadas para posterior avaliação. As avaliações ocorreram durante o mês de outubro em quatro dias consecutivos. Assim para a avaliação da ferrugem foram coletadas cinco folhas no terço inferior de cada planta selecionada, totalizando 40 folhas por parcela. As folhas foram mantidas em sacos plásticos, em seguida, fotografadas para posterior classificação com atribuição de notas para a severidade da doença, segundo a metodologia de Kushalappa e Eskes (1989). As avaliações de desenvolvimento das plantas foram realizadas com o auxílio de um paquímetro digital para a determinação do diâmetro do caule (mm), metro de 2,5 m para a determinação da altura (cm) e do diâmetro da copa (cm) e o número de ramos plagiotrópicos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em condições de concentração elevada de CO<sub>2</sub> a severidade de ferrugem foi maior (Figura 1).

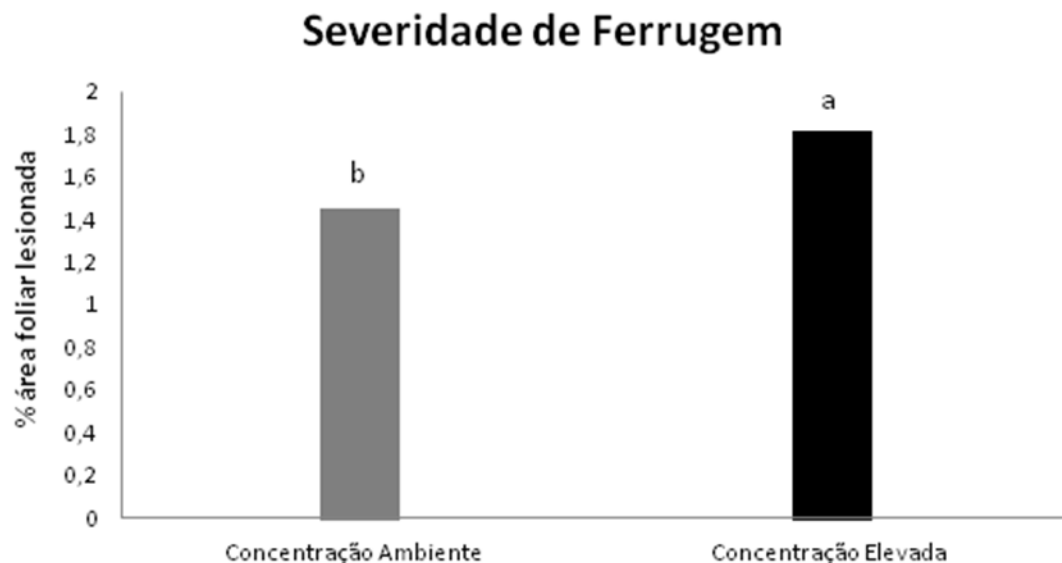


Figura 1: Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.



# XL CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA

## Instituto Agronômico - Campinas, SP

### 7 a 9 de Fevereiro de 2017

De acordo com Chakraborty et al. (1998), o desenvolvimento de uma planta é resultante da interação entre o seu genótipo e o ambiente. Sendo assim, mudanças no clima interferem na morfologia, fisiologia e metabolismo das plantas, resultando em variações na ocorrência e intensidade das doenças. Mudanças na densidade do dossel das plantas e na idade da folha podem contribuir para modificações na expressão da doença (EASTBURN et al., 2010). Essas modificações nas plantas hospedeiras são condicionadas pela idade da planta e pelo tipo de patógeno (MANNING & TIEDEMANN, 1995).

Para todos os problemas fitossanitários há a necessidade de um maior período de avaliação. Segundo Ghini (2005), a duração dos experimentos é um importante fator que deve ser considerado, pois as alterações podem ocorrer em diversos períodos do desenvolvimento das plantas.

O aumento da concentração de CO<sub>2</sub> do ar não teve efeito sobre o desenvolvimento das plantas de café para todas as variáveis avaliadas (Figura 2a, 2b, 2c e 2d).

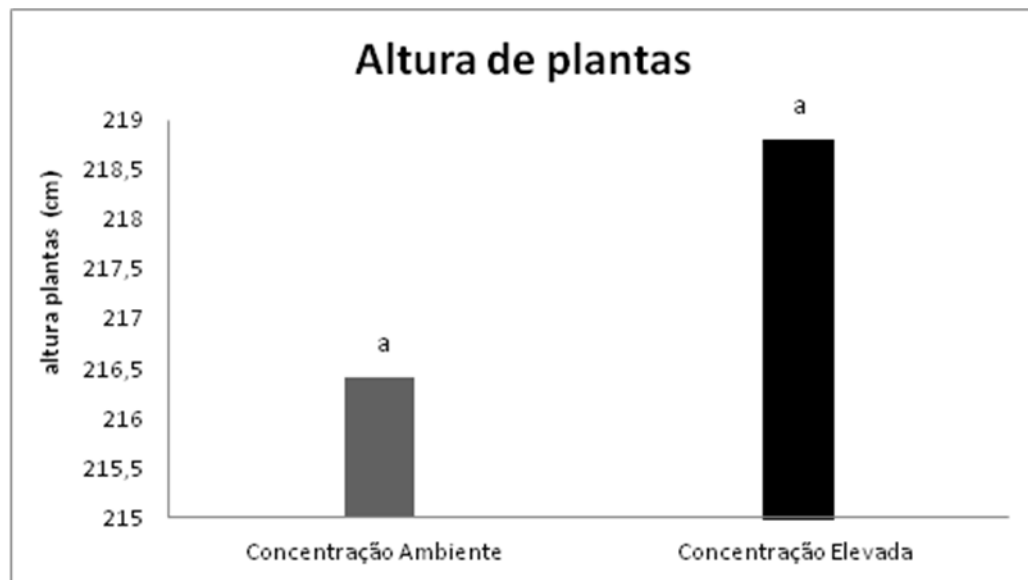


Figura 2a: Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.





**XL CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA**  
**Instituto Agronômico - Campinas, SP**  
**7 a 9 de Fevereiro de 2017**

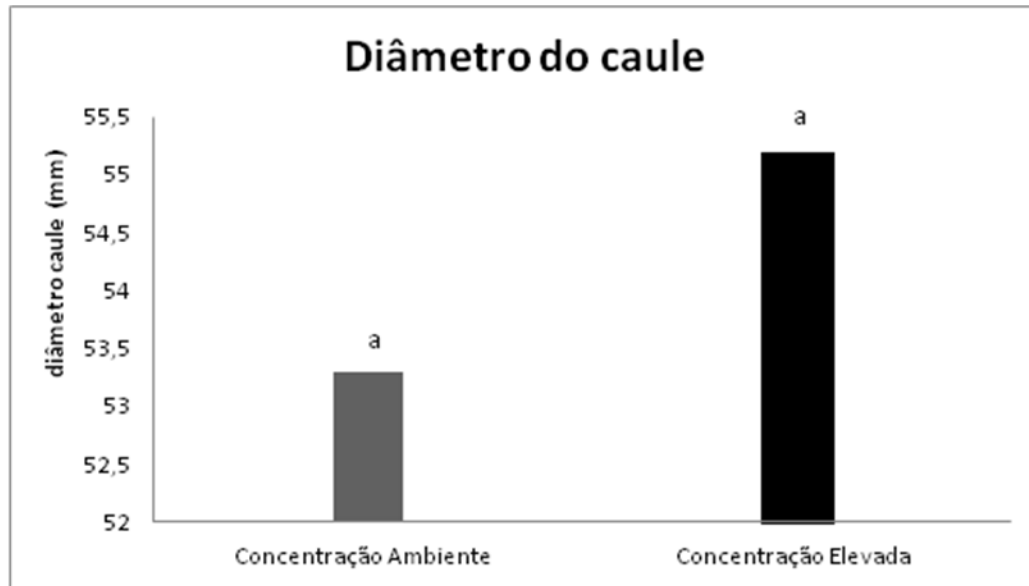


Figura 2b: Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

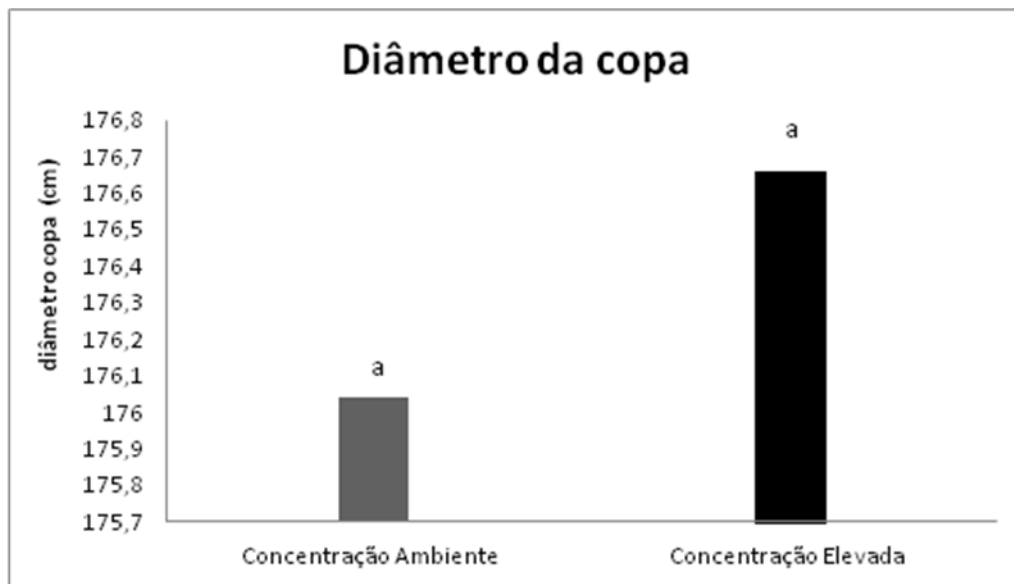


Figura 2c: Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.



**XL CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA**  
**Instituto Agrônomo - Campinas, SP**  
**7 a 9 de Fevereiro de 2017**

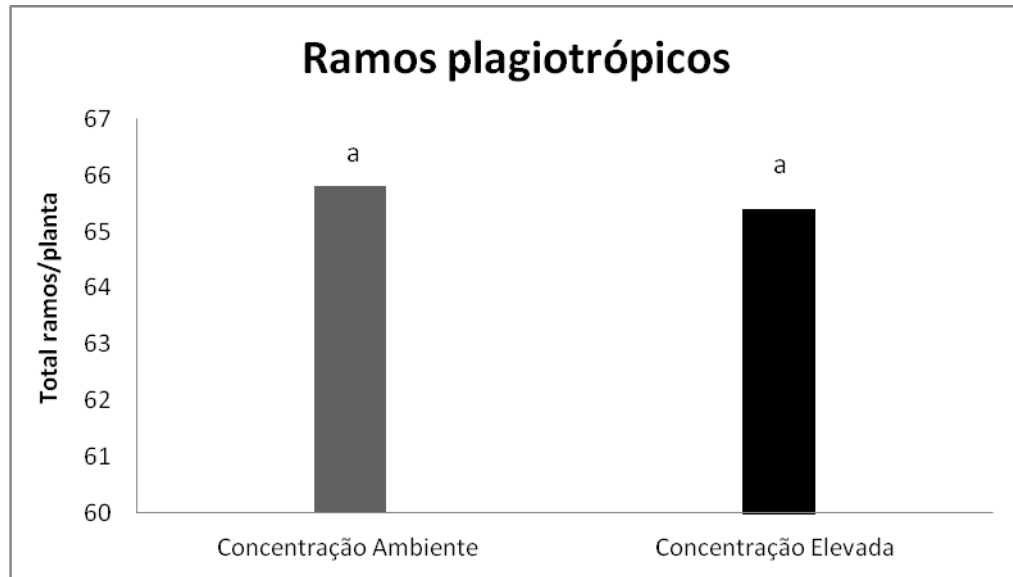


Figura 2d: Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com Ghini, (2005), a comparação de plantas em diferentes fases de desenvolvimento pode resultar em enganos na comparação dos efeitos do estímulo de crescimento. As primeiras avaliações de crescimento dos cafeeiros do experimento FACE indicaram que não houve efeito do CO<sub>2</sub> no primeiro ano do experimento, no entanto, no ano seguinte o CO<sub>2</sub> elevado resultou em aumentos no crescimento em altura e no diâmetro do caule dos cafeeiros (Ghini et al., 2015). Para a maioria das espécies de plantas, o aumento da concentração de CO<sub>2</sub> do ar revela uma elevação da fotossíntese (AMTHOR, 1995) e uma maior eficiência no uso da água, o que pode resultar em incremento no crescimento das plantas (ROGERS & DAHLMAN, 1993). De acordo com Malhi et al. (2002), a duplicação da concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera favorece o crescimento de árvores entre 10% e 70% e aumenta a produção de biomassa. Esses trabalhos reforçam a necessidade de avaliações periódicas em diferentes fases do desenvolvimento dos cafeeiros e a longo prazo.

Como o período avaliado pode ter efeito sobre os resultados, novas avaliações devem ser realizadas, em continuidade ao presente trabalho, para a comprovação desse efeito e possíveis interações com outros fatores, como temperatura e precipitação.



# **XL CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA** **Instituto Agronômico - Campinas, SP**

**7 a 9 de Fevereiro de 2017**

## **CONCLUSÃO**

Em condições de concentração elevada de CO<sub>2</sub> a severidade de ferrugem é maior. O aumento da concentração de CO<sub>2</sub> do ar não tem efeito sobre o desenvolvimento das plantas de café.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- AMTHOR, J. S. Terrestrial higher-plant response to increasing atmospheric [CO<sub>2</sub>] in relation to the global carbon cycle. *Global Change Biology*, Oxford, v.1, p.243-274, ago. 1995.
- CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS À AGRICULTURA. Clima dos municípios paulistas, Jaguariúna. Campinas: UNICAMP, 2016. Disponível em: <[http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima\\_muni\\_283.html](http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_283.html)>. Acesso em: 29 nov. 2016.
- CIAIS, P.; SABINE, C. Carbon and other biogeochemical cycles. In: CAMBRIDGE: STOCKER, T. F.; QIN, D.; PLATTNER, G.-K.; TIGNOR, M.; ALLEN, S. K.; BOSCHUNG, J.; NAUELS, A.; XIA, Y.; BEX, V.; MIDGLEY, P. M. (Ed.). *Climate change 2013: the physical science basis: contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2013. p. 465-570.
- CHAKRABORTY, S. et al.. Potential impact of climate change on plant diseases of economic significance to Australia. *Australasian Plant Pathology*, Dordrecht, v. 27, p. 15-35, 1998.
- EASTBURN, D.M. et al. Elevated atmospheric carbon dioxide and ozone alter soybean diseases at SoyFACE. *Global Change Biology*, Oxford, v. 16, p. 320–30, 2010.
- GHINI, R.; HAMADA, E.; BETTIOL, W. Impactos das Mudanças Climáticas sobre doenças de Importantes Culturas no Brasil. 1 ed. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2011, 356 p.
- GHINI, R. Mudanças climáticas globais e doenças de plantas. 1 ed. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2005, 104 p.
- GHINI, R., TORRE-NETO, A., DENTZIEN, A. F., GUERREIRO-FILHO, O., IOST, R., PATRÍCIO, F. R., ... & DAMATTA, F. M. Coffee growth, pest and yield responses to free-air CO<sub>2</sub> enrichment. *Climatic Change*, v.132 n. 2, p. 307-320, 2015.
- KUSHALAPPA, Ajjamada C.; ESKES, Albertus B.. *Coffee Rust: Epidemiology, Resistance and Management: Assessment methods for resistance to coffee leaf rust (Hemileia vastatrix Berk.& Br.)*. Boca Raton, Flórida: Crc Press, Inc., 1989. 360 p.





# **XL CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA**

## **Instituto Agrônomo - Campinas, SP**

**7 a 9 de Fevereiro de 2017**

LÜTHI, D. et al. High-resolution carbon dioxide concentration record 650,000–800,000 years before present. *Nature*, Londres, v. 453, n. 15, p. 379-382, mai. 2008.

MALHI, Y.; MEIR, P.; BROWN, S. Forests, carbon e global climate. *Philosophical Transaction of the Royal Society of London Series A – Mathematical, Physical and Engineering*, v.360, p.1567-1591, 2002.

MANNING, W. J.; TIEDEMANN, A. V. Climate change: potential 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*, Kidlington, v. 88, p. 219-245, 1995.

ROGERS, H. H.; DAHLMAN, R. C. Crop responses to CO<sub>2</sub> enrichment. *Vegetatio*, Holanda, v.104(105), p.117-131, 1993.

SIEGENTHALER, U. et al. Stable carbon cycle-climate relationship during the late Pleistocene. *Science*, Washington, v. 310, n. 25, p. 1313-1317, nov. 2005.