

VELOCIDADE DO VENTO E RESISTÊNCIA AERODINÂMICA EM CAFEZAL ARBORIZADO E A PLENO SOL

Priscila Pereira Coltri¹, Gustavo Coral², Jurandir Zullo Junior³, Hilton Silveira Pinto⁴

- 1- Engenheira Agrônoma, Aluna de Doutorado Faculdade de Engenharia Agrícola, CEPAGRI/UNICAMP, Campinas – SP, Fone (0xx 19) 3521-2460, pcoltri@cpa.unicamp.br – Bolsista CNPq
- 2- Engenheiro Agrônomo, Aluno de Doutorado Instituto de Biologia, Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura (CEPAGRI/UNICAMP), Campinas – SP
- 3- Engenheiro Agrícola, Pesquisador, CEPAGRI/UNICAMP, Campinas – SP – Bolsista CNPq
- 4- Engenheiro Agrônomo, Prof. Dr., CEPAGRI/UNICAMP, Campinas – SP – Bolsista CNPq

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 22 a 25 de Setembro de 2009 - Minas Centro, Belo Horizonte, MG - GranDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções - Belo Horizonte, MG

Resumo: Em sistemas arborizados, o ambiente físico interage de forma complexa, modificando características microclimáticas como o regime de vento que, além de seus efeitos e danos mecânicos, afeta a taxa de transpiração e o fluxo de gás carbônico. O objetivo do presente trabalho foi verificar a velocidade do vento e a resistência aerodinâmica de cultivo de café a Pleno Sol e arborizado com feijão guandu e leucena (tratamento SAF-1). Observou-se que o sistema arborizado apresentou redução de 27% na velocidade do vento quando comparado ao Pleno Sol. A resistência aerodinâmica foi maior no sistema SAF-1 e em plantas com menor índice de área foliar. Condições ambientais estressantes associadas a fluxos turbulentos podem ser reduzidas em plantios de café arborizados em comparação com plantios a Pleno Sol.

Palavras-chave: cafeicultura, micrometeorologia, fluxos turbulentos.

WIND SPEED AND AERODYNAMICS RESISTENCE IN SHADING COFFE AND MONOCROP COFFEE

Abstract: Shading coffee systems can modify the micrometeorological characteristics as the wind speed and the aerodynamics resistance. This characteristics could affect the coffee transpiration taxes and the carbon fluxes. The aim of this work is verify the wind speed and the aerodynamics resistance in two different coffee systems (shading and monocrop). It was observed that the shading system presented 27% reduction in wind speed when compared to monocrop. The aerodynamic resistance was higher in the shading system and in plants with lower leaf area index. Shading coffee plants can suffer less environmental conditions stress due to turbulent flows compared to the monocrop.

Key-words: coffee crop, micrometeorology and turbulent fluxes

Introdução: O ambiente físico interage de forma complexa em sistemas arborizados e em policultivos, em função da heterogeneidade de seus componentes, onde diferentes organismos compartilham o mesmo espaço, modificando as características microclimáticas (Pezzopanne, 2004). Uma das características que é modificada, nesse caso, é o regime de vento que, além de seus efeitos e danos mecânicos, afeta a taxa de transpiração e o fluxo de gás carbônico.

Camargo e Pereira (1994) relatam que a redução da velocidade do vento é um dos efeitos mais benéficos da arborização para culturas como o cafeeiro. Esses mesmos autores ressaltam que o vento pode provocar danos mecânicos (às folhas e às gemas, além de potencializar a queda de flores e frutos em desenvolvimento) e ecofisiológicos (provocando aumento da demanda hídrica ou facilitando a penetração de microorganismos). Pezzopanne (2004) afirma que ventos frios, quando fortes e persistentes, podem intensificar o fenômeno conhecido como geada de advecção. Gutiérrez et al (1994), estudando plantas de café adultas, sugere que ventos moderados, ao redor de 2,5m/s, provocariam aumento do déficit de saturação, reduzindo, como consequência, a transpiração pelo fechamento estomático. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi verificar a velocidade do vento e a resistência aerodinâmica (r_a) de cultivo de café a Pleno Sol e arborizado com feijão guandu e leucena.

Material e Métodos: O experimento foi instalado em um Latossolo Vermelho distroférrico (LVd), na Fazenda Experimental da EPAMIG (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais) em São Sebastião do Paraíso, sul de Minas Gerais, numa altitude de 991m, latitude 20°55'S e longitude 46°55'W. O município apresenta precipitação pluvial média anual de 1470mm, distribuídas de outubro a abril, e temperatura média anual de 20,8°C.

Foram utilizados dois tratamentos: café arábica a pleno sol (Pleno Sol) e café arábica arborizado com leucena (ao leste) e feijão guandu (a oeste), denominado tratamento SAF-1. Em cada tratamento, há uma estação automática, que fornece dados de temperatura máxima e mínima, radiação, vento e umidade relativa a cada 30 minutos. Os anemômetros foram instalados à altura da copa das árvores de café. Os dados utilizados foram referentes ao período do dia 16/05/2009 a 09/06/2009.

Em cada um dos tratamentos, escolheu-se cinco plantas ao acaso, nas quais foram medidas a altura (h) e o índice de área foliar (IAF) com o aparelho LAI 2000.

Os valores do deslocamento do plano zero (d) e do plano zero (z_0) foram determinados a partir de relações com a altura média (h) do cafeeiro, considerando-se z_0 igual a 10% de h e d igual a 65% de h (Cowan, 1968). A resistência aerodinâmica foi calculada a partir da equação (1) apresentada por Marin (2004).

$$r_a = \frac{1,263 \text{ AF} + 12,139}{\sqrt{u}} \quad (1)$$

onde AF é o índice de área foliar e u é a velocidade do vento a altura da copa.

Calculou-se a resistência aerodinâmica de cada uma das cinco plantas de cada tratamento.

Resultados e Discussão: A média da velocidade do vento diária é apresentada na Figura 1.

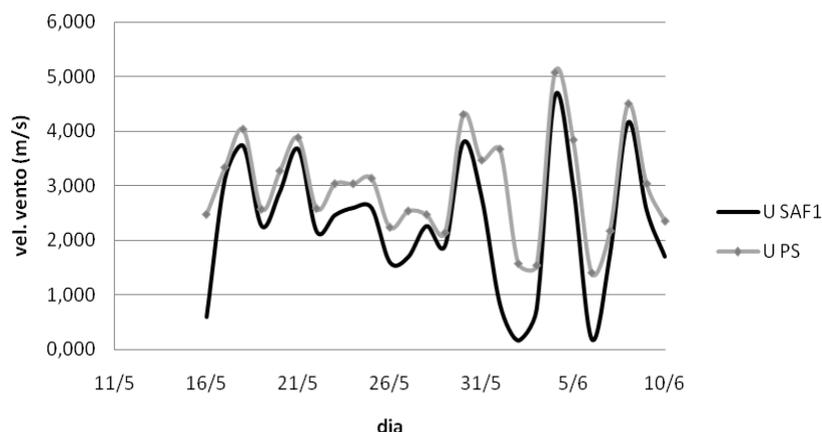


Figura 1- Média diária da velocidade do vento (m/s) do tratamento SAF-1 (linha mais escura cheia) e Pleno Sol (linha mais clara)

Verificou-se que a arborização reduziu, em média, 27% da velocidade do vento diário, no período estudado. De todos os eventos de vento medidos pelas estações, em apenas em 6% deles o tratamento SAF-1 teve velocidade do vento superior ao Pleno Sol. A Figura 2 apresenta valores de velocidade do vento a cada 30 minutos, no dia 16/05/2009.

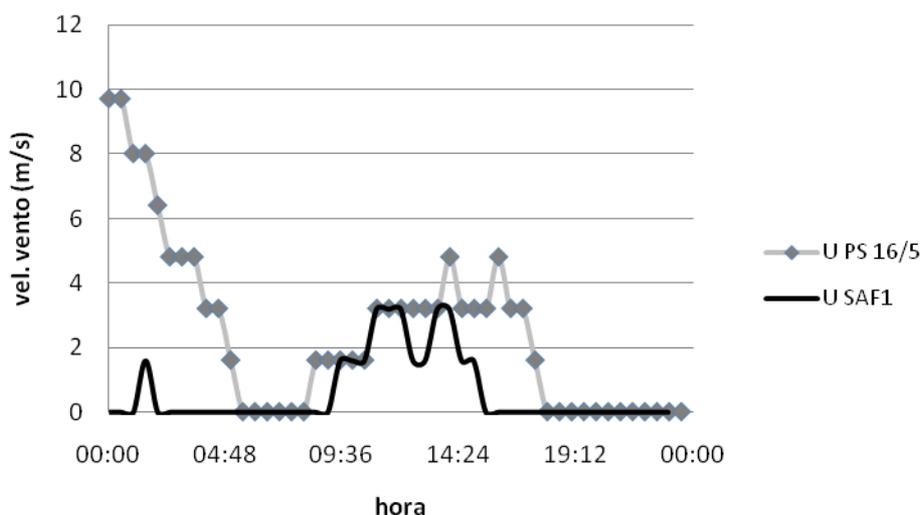


Figura 2- Velocidade do vento (em m/s) do tratamento SAF-1 (linha mais escura cheia) e Pleno Sol (linha mais clara) para o dia 16 de maio de 2009.

Pezzopane et al (2003) observou reduções maiores que 60% na incidência de vento em um café arborizado com coco-anão. Pezzopane (2004) verificou redução da velocidade do vento entre 31 e 64% durante os meses do ano para cafezal arborizado com banana prata anã. No presente trabalho, acredita-se que a redução de vento não foi maior porque o feijão guandu, que arboriza uma parte do cafezal, encontrava-se em fase de crescimento e tinha altura e porte menor que o café.

A resistência aerodinâmica (r_a) das plantas foi inversamente proporcional à velocidade do vento, ou seja, quanto maior a velocidade do vento, menor foi a resistência aerodinâmica. Assim, a média da resistência aerodinâmica do tratamento SAF-1 foi maior quando comparado ao Pleno Sol. A Figura 3 apresenta os valores de velocidade do vento e da r_a para

o dia 16/05/2009 para duas plantas com valores distintos de IAF. Na mesma Figura é possível observar que, quanto maior a velocidade do vento, menor foi a resistência aerodinâmica.

Segundo Monteith (1965), os fluxos turbulentos (correspondentes a valores mais elevados da velocidade do vento) governam os processos de troca de momentum da planta com a atmosfera, ou seja, quanto maior a velocidade do vento e menor a resistência aerodinâmica, maiores são os processos de troca com a atmosfera. Assim, é possível inferir que as plantas do tratamento Pleno Sol, no período estudado, sendo expostas a uma velocidade do vento maior (regime turbulento mais intenso) podem ter tido seus processos de perda de água e de trocas de gás carbônico intensificados.

Quando as plantas começam a perder muita água para a atmosfera e entram em uma condição estressante, tendem a fechar seus estômatos para diminuir as perdas (Monteith, 1965). Assim, para o presente trabalho, as plantas do tratamento SAF-1 podem apresentar menor propensão ao estresse quando comparadas às plantas do tratamento Pleno Sol, visto que a velocidade do vento é reduzida pelo sistema de arborização.

Verificou-se que, para uma mesma velocidade de vento, quanto menor o IAF, menor a resistência aerodinâmica da planta e vice-versa. Isso ocorre, segundo Landsberg e Thom (1971), devida à mútua interferência aerodinâmica entre as folhas, afetando a troca de qualquer propriedade entre a superfície da folha e o ar, tornando-a menos eficiente com a elevação da área foliar num dado volume. Na Figura 3 é possível visualizar, ainda, a diferença da ra para uma planta com IAF menor, de 5,36, com outra possuindo IAF igual a 6,85.

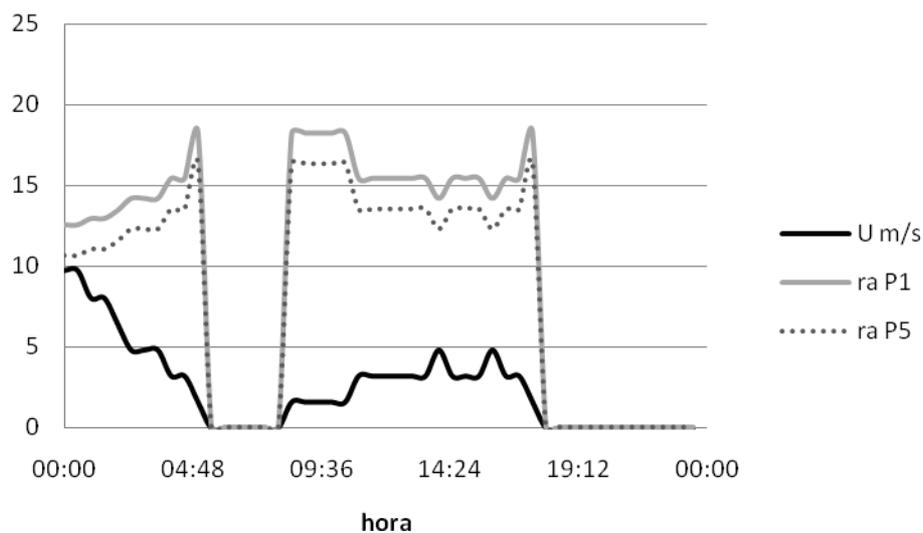


Figura 3 – Valores de velocidade do vento $u(m/s)$ (linha mais escura cheia), resistência aerodinâmica para planta 1 (IAF igual a 5,36) e para planta 5 (IAF igual a 6,85)

A resistência aerodinâmica das plantas do tratamento a Pleno Sol variaram entre 10,14s/m, para a planta com IAF menor, a 18,24s/m, para a planta com IAF maior, retirando-se os valores de resistência zero, em condição de fluxo laminar (velocidade do vento muito baixa, próximo a zero). Já para o sistema SAF-1, esse valor foi de 5,84s/m (IAF menor) a 18,67s/m (IAF maior). Esses valores foram inferiores quando comparados aos de Marin (2004).

Conclusão: A partir desse estudo é possível concluir que, no período estudado, o sistema SAF-1 (arborizado com feijão guandú e leucena) teve a velocidade do vento reduzida em 27% quando comparado ao Pleno Sol. Visto que a resistência aerodinâmica é inversamente

proporcional à velocidade do vento, o sistema SAF-1 tende a ter um valor de ra superior quando comparado ao do Pleno Sol. Com base nos valores de ra e da velocidade do vento, plantas submetidas a arborização considerada no trabalho mostraram-se propensas a apresentar uma condição menor de estresse do que as plantas a Pleno Sol.

Agradecimentos: Os autores agradecem o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Cnpq), a FUNARBE e Embrapa Café pelo apoio financeiro.

Referencias Bibliográficas:

Camargo, A.P.; Pereira, A.R. Agrometeorology of coffee crop. **World Meteorological Organization**. Geneva WMO/TD. n.615, 43p. 1994.

Cowan, I.R. Mass, heat and momentum exchange between stands of and their atmospheric environment. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v.94, p. 523-544, 1968.

Gutierrez, M.V.; Meinzer, F.C.; Grantz, D.A. Regulation of transpiration in coffee hedgerows: covariation of environmental variables and apparent responses os stomata to wind and humidity. **Plant Cell Environmental**, v.17, p. 1305-1313, 1994.

Landsberg, J.J.; Jones, H.G. Aerodynamic properties of a plant of complex structure. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v.97, p. 565-655, 1971.

Marin, F. **Evapotranspiração e Transpiração máxima em cafezal adensado**. 2003. 118p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo.

Monteith, J.L. Evaporation and environment. Symposium of Society os Experimental Biology, v.19, p. 205-234. 1965.

Pezzopane, J.R.M. **Avaliações microclimáticas, fenológicas e agronômicas em café arábica cultivado a pleno sol e consorciado com banana-prata-anã**. 2004. 136p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo.

Pezzopane, J.R.M.; Gallo, P.B.; Pedro Junior, M.J.; Ortalani, A.A. Caracterização Microclimática em cultivo consorciado café/coqueiro-anão-verde. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.11, n.2, p.293-302. 2003.