

ISSN 0104-1347

Caracterização microclimática em cultivo consorciado café/ coqueiro-anão verde¹

Microclimatic characterization in coffee crop shaded by green dwarf
coconut trees

José Ricardo Macedo Pezzopane², Paulo Boller Gallo³, Mário José Pedro Júnior^{4,5} e Altino Aldo Ortolani⁴

Resumo - Medições microclimáticas (temperatura do ar, radiação solar global, saldo de radiação e velocidade do vento) foram realizadas em cultivo de café consorciado com coqueiro-anão verde e a pleno sol, localizados no município de Garça-SP (22°14' S, 49°37' W, 620m.), durante o período de novembro de 1999 e outubro de 2000. Os resultados mostraram que ocorreram diferenças nos elementos medidos nos dois sistemas de cultivo. Os valores mensais de temperatura máxima do ar no sistema consorciado permaneceram de 1,8°C inferiores a 1,7°C superiores em relação ao cultivo a pleno sol, dependendo do mês e do ponto de amostragem dentro do sistema consorciado. O sistema consorciado apresentou médias mensais de temperatura mínima do ar iguais ou superiores (a até 1,0°C) ao cultivo a pleno sol, sendo que estas diferenças chegaram a até 3°C em noites de resfriamento intenso. As plantas de coqueiro-anão verde promoveram atenuação da incidência da radiação solar global sobre as plantas de café, que variou de 45% na primavera e verão a 38% no período do outono e inverno, com média de 42% ao longo do ano. O sistema consorciado proporcionou reduções na velocidade do vento em valores que variam de 60 a 99% em comparação ao cultivo a pleno sol.

Palavras-chave: *Coffea arabica*, arborização, microclima, geada

Abstract - Microclimatic measurements (air temperature, solar radiation and wind speed) were taken in coffee crop shaded by green dwarf coconut trees and unshaded coffee crop, at Garça, São Paulo, Brazil (22°14' S, 49°37' W, 620m.) from November, 1999 to October, 2000. The obtained results showed differences between the two cropping systems. Monthly maximum air temperature values obtained at the shaded coffee crop were 1.8°C lower and 1.7°C higher than the values at the open sky condition according to the month evaluated and the site in the shaded crop. Concerning minimum air temperature, the shaded crop showed monthly mean values equal or higher (up to 1,0°C) than the unshaded crop. Also these differences reached up to 3.0°C during cold nights. The green dwarf coconut trees reduced the incoming solar radiation to the coffee crop from 38% during summer up to 45% during the spring, and an average to the year long of 42%. Also the coconut trees reduced the wind speed 60 to 99%.

Key words: *Coffea arabica*, shading, microclimate, frost

Introdução

O cultivo do cafeeiro (*Coffea arabica*) no Brasil se desenvolveu, basicamente, em ambiente a

pleno sol, o que expõe a cultura a riscos climáticos como geadas, excesso de radiação solar, temperaturas elevadas e ventos constantes. Diante dessas características, algumas regiões produtoras apresentam

¹Trabalho parcialmente financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café.

²Pós-graduando em Física do Ambiente Agrícola, Depto. de Ciências Exatas, ESALQ/USP, CP 9, CEP 13418-970, Piracicaba, SP. jrmpezzo@esalq.usp.br. Estagiário do Centro de café "Alcides Carvalho" - Instituto Agronômico de Campinas. Bolsista FAPESP

³Eng. Agrônomo, MSc. Agência Paulista de Tecnologia do Agronegócio (APTA)

⁴Eng. Agrônomo, Doutor. APTA - Instituto Agronômico de Campinas.

⁵Com Bolsa de Produtividade em Pesquisa - CNPq.

problemas como baixa produtividade e sustentabilidade das lavouras. Para que a cafeicultura se torne competitiva nestas regiões é necessária a utilização de novas tecnologias, com o uso de sistemas mais produtivos e sustentáveis.

Algumas estratégias de proteção de lavouras de cafeeiro para minimizar os efeitos adversos do ambiente, como excessos de vento, temperaturas elevadas e ocorrência de geadas, estão descritas na literatura (CARAMORI & MANETTI FILHO, 1993, CAMARGO & PEREIRA, 1994, CARAMORI *et al.*, 1986). Dentre elas, a arborização ou cultivo consorciado é uma das técnicas mais promissoras, desde que a planta consorciada não possua características de competição por água e nutrientes com o cafeeiro e não produza sombra excessiva (CAMARGO & PEREIRA, 1994).

Nesse sentido, sistemas consorciados para produção de café, com sombreamento moderado, podem contribuir para a manutenção dessa sustentabilidade da lavoura (MATIELLO & ALMEIDA, 1991), em função das modificações microclimáticas que ocorrem quando diferentes organismos compartilham o mesmo espaço (BARRADAS & FANJUL, 1986; SÁ, 1994). A grandeza das modificações microclimáticas ocorridas em um sistema agroflorestal depende do tipo de árvore de cobertura e conseqüentemente da área foliar, estação do ano, hora do dia e do ponto de amostragem dos elementos microclimáticos (BRENNER, 1996).

Um exemplo das modificações ambientais nestes sistemas ocorre em episódios de geadas de radiação, onde a proteção de cafeeiros está condicionada às modificações que ocorrerem no microclima em cultivos de café consorciado, com redução da perda de energia radiante pela cultura e ocorrência de temperatura mínima do ar ou da folha superiores ao cafezal sem proteção (BARRADAS & FANJUL, 1986, CARAMORI *et al.*, 1996). Diante deste fato, ocorre a proteção das lavouras de café em geadas moderadas ou minimiza-se os danos em geadas severas.

Dentre as plantas que estão sendo utilizadas no Brasil para arborização de cafeeiros, podem ser citadas a grevilea (BAGGIO *et al.*, 1997), seringueira (MATIELLO & ALMEIDA, 1991) e cajueiro (MATIELLO *et al.*, 1989). Entre essas espécies, o uso de frutíferas com alto valor de mercado e boas características para a arborização, como o coqueiro anão, a pupunha e bananeira podem ser boas opções (CARAMORI & MANETTI, 1993).

Com o objetivo de apresentar os efeitos do cultivo consorciado de café com coqueiro-anão verde no microclima, foram realizadas observações em sistemas de produção de café arábica a pleno sol e consorciado com coqueiro-anão verde no município de Garça, SP, representativo da cafeicultura da região.

Material e métodos

Foram realizadas observações microclimáticas, durante os meses de novembro de 1999 a outubro de 2000, em cultivo comercial de café (cv. IAC-Obatã), com seis anos de idade, conduzido a pleno sol e consorciado com coqueiro-anão verde, na Fazenda da Mata, município de Garça, SP (22°14'S, 49°37'W, 620m.).

As lavouras possuíam área de aproximadamente 4 hectares cada, estavam situadas lado a lado, em mesma condição topográfica e de orientação de encosta (nordeste), com baixa declividade. No cultivo a pleno sol, os cafeeiros foram plantados no espaçamento de 2,0 metros entre ruas e 0,5 metro entre plantas, com altura aproximada de 1,7 metros. No cultivo consorciado, as plantas de coqueiro-anão verde possuíam espaçamento de 8,0 metros entre ruas e 6,0 metros entre plantas, com altura aproximada de 6 metros, totalizando 208 planta/ha, sendo que os cafeeiros estavam com espaçamento de 2,0 metros entre ruas e 0,5 metro entre plantas, com altura aproximada de 1,7 metros, constituindo três linhas de plantio de café entre linhas de coqueiro-anão verde (Figura 1).

A temperatura do ar foi obtida com termistores (Vaisala, HMP 45C) instalados na altura do dossel das plantas de café, em um ponto da lavoura conduzida a pleno sol e em dois pontos da lavoura consorciada (Figura 1).

A velocidade do vento foi obtida com anemômetros, instalados a 2 metros de altura no mesmo mastro dos sensores de temperatura. O saldo de radiação foi obtido com radiômetros, tipo "net radiometer" (REBS, modelo Q7), instalados a aproximadamente 3 metros de altura, em um ponto de cada lavoura (Figura 1).

A radiação solar global foi medida com tubos solarímetros, marca Delta T Devices, instalados acima do dossel da cultura de café (1,9 metros de altura). No cultivo consorciado, para melhor representação dos valores de radiação solar global, foram

instalados três tubos solarímetros situados entre quatro plantas de coqueiro-anão (Figura 1), obtendo-se a média dos três aparelhos.

Os sensores foram conectados a um sistema automático de aquisição de dados (Campbell Scientific Inc., modelo CR10X), tendo sido programado para leituras a cada 10 segundos, médias a cada 10 minutos e obtenção dos valores extremos diários (temperatura) e integração (radiação solar global e saldo de radiação). Na Figura 1 é apresentado um esquema com a disposição dos sensores nos dois cultivos.

Para minimizar a possibilidade de ocorrência de erros sistemáticos nas determinações, os sensores foram trocados entre os diferentes pontos de leitura durante o período amostral.

Resultados e discussão

Temperatura do ar

Os valores mensais de temperatura máxima e mínima do ar para o sistema de produção de café a pleno sol e o consorciado com coqueiro-anão verde estão apresentados na Tabela 1, onde pode-se verificar diferenças nos parâmetros medidos.

Os valores médios mensais de temperatura máxima do ar obtidos no ponto 1, situado na linha de café mais próxima as plantas de coqueiro-anão verde, foram menores, exceto pelo mês de novembro de 1999, do que os valores obtidos no cultivo pleno sol,

com variações de 0,6 a 1,8°C. Enquanto que, para o ponto 2, situado na linha central de cafeeiros entre duas linhas de coqueiro-anão, os valores mensais de temperatura máxima obtidos foram superiores ao cultivo a pleno sol na maioria dos meses amostrados durante todo o período experimental, exceto os meses de fevereiro e março. As maiores diferenças foram encontradas nos meses de abril e maio (1,7 e 1,3°C, respectivamente).

Na Figura 2 é apresentada a dispersão, por estação do ano, dos valores diários de temperatura máxima no cultivo a pleno sol e consorciado com coqueiro-anão verde no ponto 1 (Figura 2 A) e ponto 2 (Figura 2 B). A tendência observada é a mesma para os valores mensais, sendo que no ponto 1, a maior parte dos dias apresenta temperaturas máximas inferiores ao cultivo a pleno sol, exceto durante o período de outono. Por outro lado, no ponto 2, ocorre uma inversão dos valores, com maior parte dos dias apresentando máximas superiores ao cultivo a pleno sol, excetuando-se o período de verão, onde por vários dias a temperatura máxima foi inferior que no sistema a pleno sol.

Para melhor representação da influência do sistema consorciado nos valores de temperatura diurna e conseqüentemente da temperatura máxima, foram selecionados dois episódios sob condição ensolarada, representados na Figura 3, onde também são apresentados os valores de velocidade do vento (Figura 3B e 3E) e de radiação solar global (Figura 3C e 3F) nos pontos de amostragem.

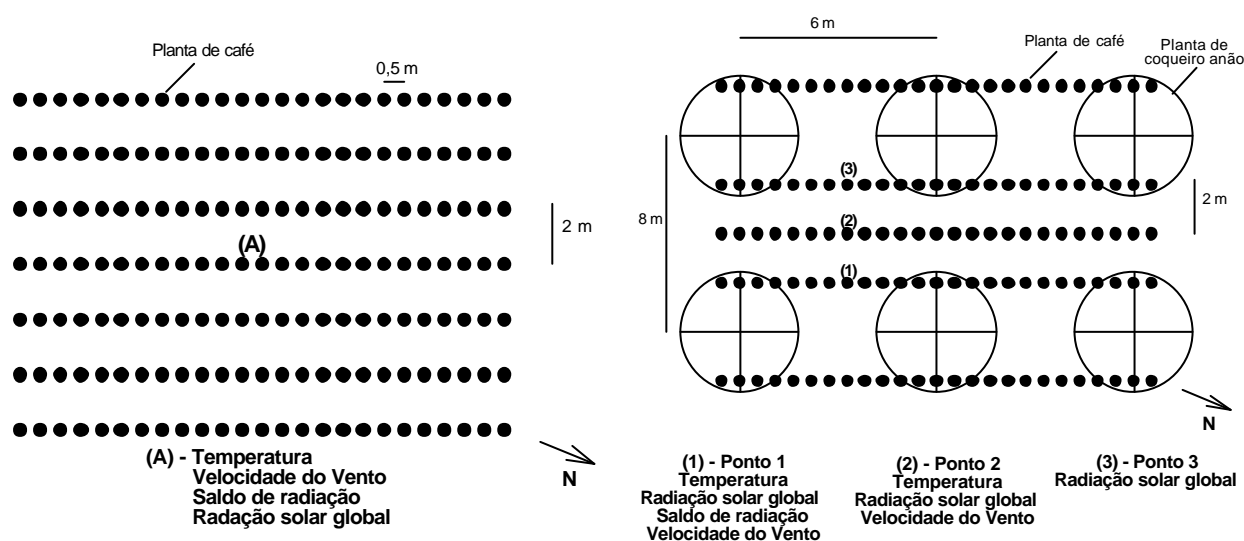


Figura 1 Representação esquemática da instalação de sensores em cultivo de café a pleno sol (esquerda) e consorciado com coqueiro-anão verde (direita).

Tabela 1. Valores mensais da temperatura máxima (°C) e temperatura mínima (°C), em um cultivo de café a pleno sol e consorciado com coqueiro-anão verde, no município de Garça, SP, no período de novembro de 1999 a outubro de 2000.

Mês	Temperatura Máxima - °C					Temperatura Mínima - °C				
	Pleno sol	ConSORCIADO		Dif. 1*	Dif. 2**	Pleno sol	ConSORCIADO		Dif. 1*	Dif. 2**
		Ponto1	Ponto 2				Ponto1	Ponto 2		
Nov	34,1	34,6	35,1	-0,5	-1,0	15,4	15,5	15,4	-0,1	0,0
Dez	34,2	33,3	34,7	0,8	-0,5	18,7	18,8	18,7	-0,1	0,0
Jan	34,0	33,2	34,4	0,9	-0,4	18,7	19,0	18,8	-0,3	-0,1
Fev	32,9	31,1	32,5	1,8	0,4	19,2	19,5	19,3	-0,3	-0,1
Mar	32,8	30,9	32,3	1,8	0,5	18,6	18,9	18,7	-0,3	-0,1
Abr	32,3	32,2	34,0	0,1	-1,7	15,6	16,5	16,2	-0,9	-0,6
Mai	29,3	28,7	30,6	0,6	-1,3	12,1	13,1	12,8	-1,0	-0,7
Jun	30,6	29,8	31,6	0,9	-1,0	13,0	13,8	13,5	-0,8	-0,4
Jul	27,3	26,5	28,1	0,8	-0,8	9,2	10,0	9,7	-0,8	-0,5
Ago	30,4	29,4	31,4	1,0	-1,0	13,6	14,0	13,6	-0,4	0,0
Set	30,0	28,9	31,0	1,1	-1,0	14,8	15,3	15,1	-0,4	-0,3
Out	37,8	36,5	38,4	1,3	-0,6	18,3	19,0	18,8	-0,7	-0,5

* Diferença entre as temperaturas do cultivo a pleno sol e o cultivo consorciado (Ponto 1).

** Diferença entre as temperaturas do cultivo a pleno sol e o cultivo consorciado (Ponto 2).

No dia 22/04/2000 (Figura 3 - esquerda), a temperatura máxima absoluta do ar atingiu valores de 29,4, 29,6 e 32,6°C respectivamente, nos pontos de amostragem a pleno sol, consorciado (ponto 1) e

consorciado (ponto 2). No ponto 2 da parcela consorciada, a incidência de radiação foi semelhante a do cultivo a pleno sol nas horas centrais do dia (Figura 3C). Além disso notou-se a não ocorrência

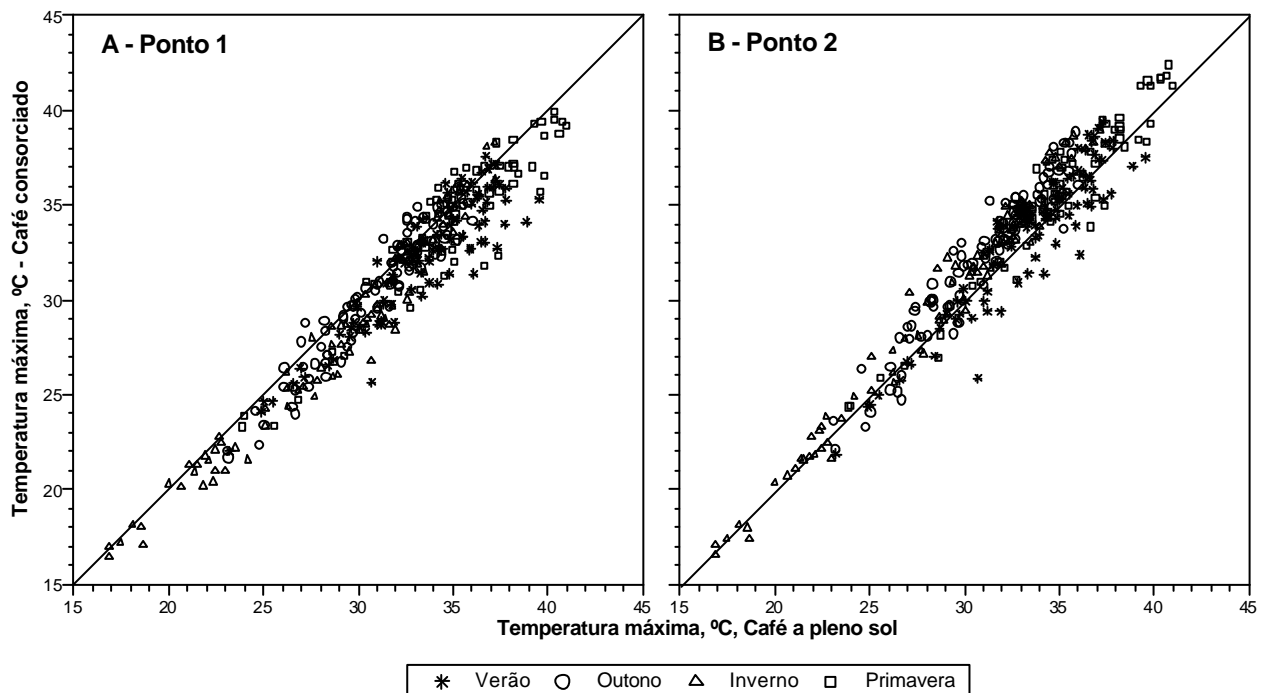


Figura 2. Temperatura máxima do ar em cultivos de café a pleno sol e consorciado com coqueiro-anão verde no Ponto 1 (A) e no Ponto 2 (B), no município de Garça, SP.

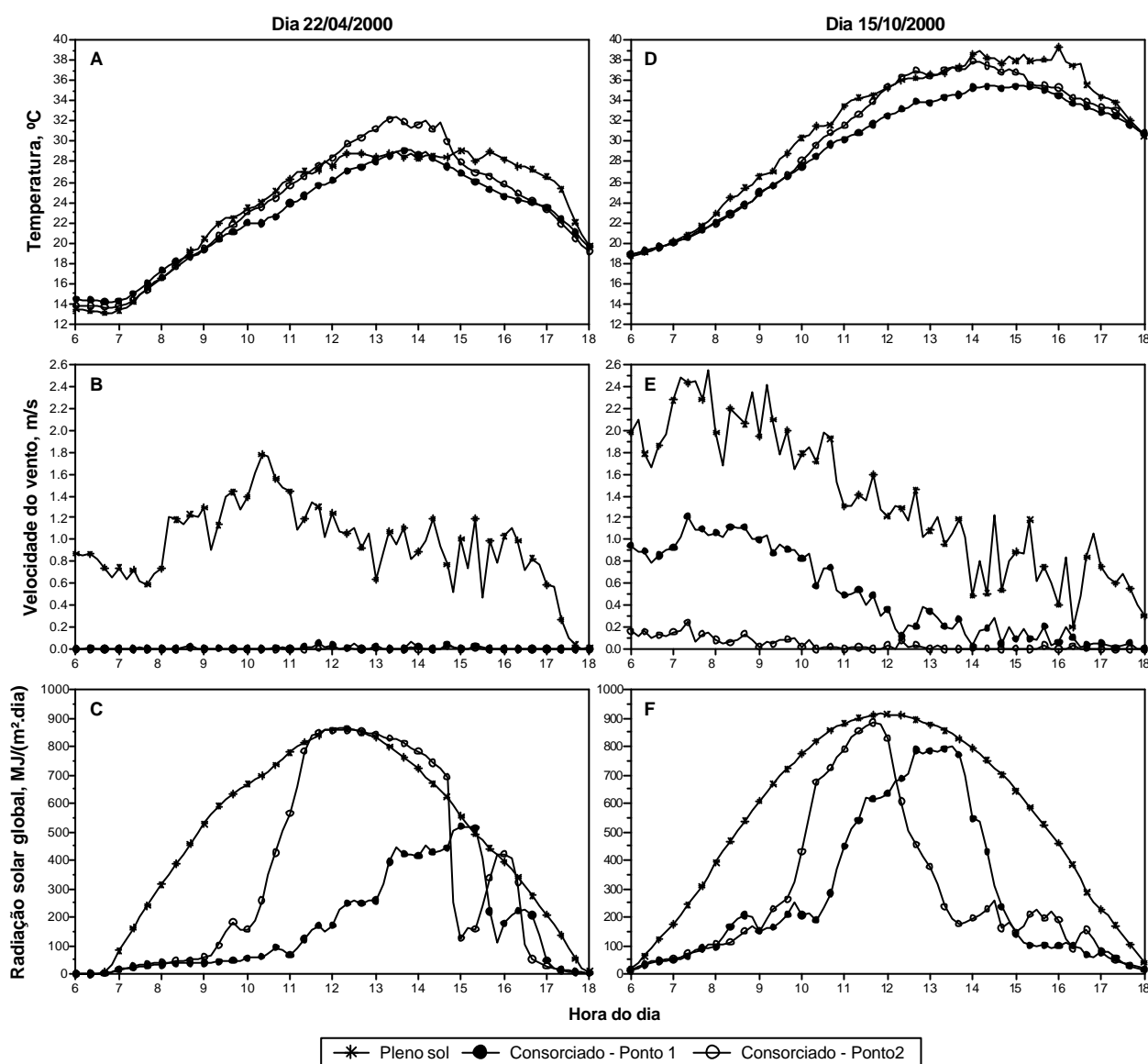


Figura 3. Temperatura do ar (A e D), velocidade do vento (B e E) e radiação solar global (C e F) em cultivos de café a pleno sol e consorciado com coqueiro-anão verde (pontos 1 e 2), nos dias 22 de abril e 15 de outubro de 2000, no município de Garça, SP.

de vento no sistema consorciado (Figura 3B), que fez com a temperatura do ar se tornasse superior à do cultivo a pleno sol. BRENNER (1996) relata que, em condições de cultivos protegidos por renques ou quebra-ventos, onde a incidência de radiação é semelhante a cultivos desprotegidos, as temperaturas diurnas são superiores devido à redução da condutância da camada limite. Temperaturas diurnas superiores em cultivos protegidos com quebra-ventos também foram obtidas por BROWN & ROSEMBERG (1972) e UJAH & ADEOYE (1984).

No dia 15/10/2000 (Figura 3 - direita), também em condição ensolarada, a temperatura máxima do ar atingiu valores de 39,6, 35,7 e 38,4°C nos pontos de amostragem a pleno sol, consorciado (ponto 1) e consorciado (ponto 2), respectivamente. Observando-se a incidência da radiação nos pontos de amostragem (Figura 3F), pode-se verificar que as plantas de coqueiro-anão proporcionaram uma atenuação na sua incidência, principalmente no ponto 2 do sistema consorciado, o que associado à ocorrência de vento (Figura 3E), proporcionaram valores

inferiores de temperatura diurna dentro da parcela consorciada. Quando o cultivo de café ocorre em condições de sombreamento elevado (BARRADAS & FANJUL, 1986), as diferenças dos valores de temperatura máxima entre o sistema sombreado e o sistema de produção a pleno sol podem atingir até 5,0°C, com valores inferiores no cultivo sombreado.

As variações mensais de temperatura mínima do ar foram de zero até 1°C, com valores inferiores para o sistema cultivado a pleno sol (Tabela 1). No ponto 1 da parcela consorciada a média mensal do mês de maio foi 1°C superior em relação a parcela a pleno sol, enquanto que no ponto 2 este valor foi de 0,7°C.

A dispersão, por estação do ano, dos valores diários de temperatura mínima no cultivo a pleno sol e consorciado com coqueiro-anão verde no ponto 1 (Figura 4 A) e no ponto 2 (Figura 4 B), mostra a tendência de valores superiores na parcela consorciada. Essas diferenças tornam-se maiores no período do inverno, quando as temperaturas mínimas atingem valores absolutos mais baixos, por ocasião de passagem de frentes frias. Nestas condições, as diferenças chegaram a até 3,0°C, quando comparados os valores absolutos de temperatura mínima do ar entre o ponto 1 de amostragem do cultivo consorciado e o cultivo a

pleno sol, influenciadas principalmente pela menor perda de radiação de onda longa para a atmosfera. O efeito protetor de árvores utilizadas em plantios arborizados também foi verificado por CARAMORI *et al.* (1996) e BRENNER (1996).

Na Figura 5 está apresentada a evolução da temperatura do ar, saldo de radiação e velocidade do vento durante o período de 16 a 18 de julho de 2000, durante a passagem de uma massa de ar frio no local do experimento. Essa massa de ar frio foi responsável pela ocorrência de geadas em várias regiões produtoras cafeeiras do Brasil. No dia 17/07 a temperatura mínima foi de -0,5°C no cultivo a pleno sol e 0,9°C (ponto 1) e 0,7°C (ponto 2) no sistema consorciado. Ressalta-se que a ocorrência de vento a partir da madrugada (Figura 5C) fez com que a temperatura não atingisse níveis ainda mais baixos na lavoura, homogeneizando o ar sobre a cultura. Observando a Figura 5B, verifica-se que entre os dias 16 e 17/07, o saldo de radiação na parcela consorciada foi menos negativo que no cultivo a pleno sol, o que proporcionou valores superiores na temperatura mínima.

No dia seguinte (18/07/2000), sem a ocorrência de vento no período noturno, as diferenças entre a temperatura mínima do ar foram mais significativas, com valores absolutos atingindo 1,8, 3,7 e 3,2°C, nos

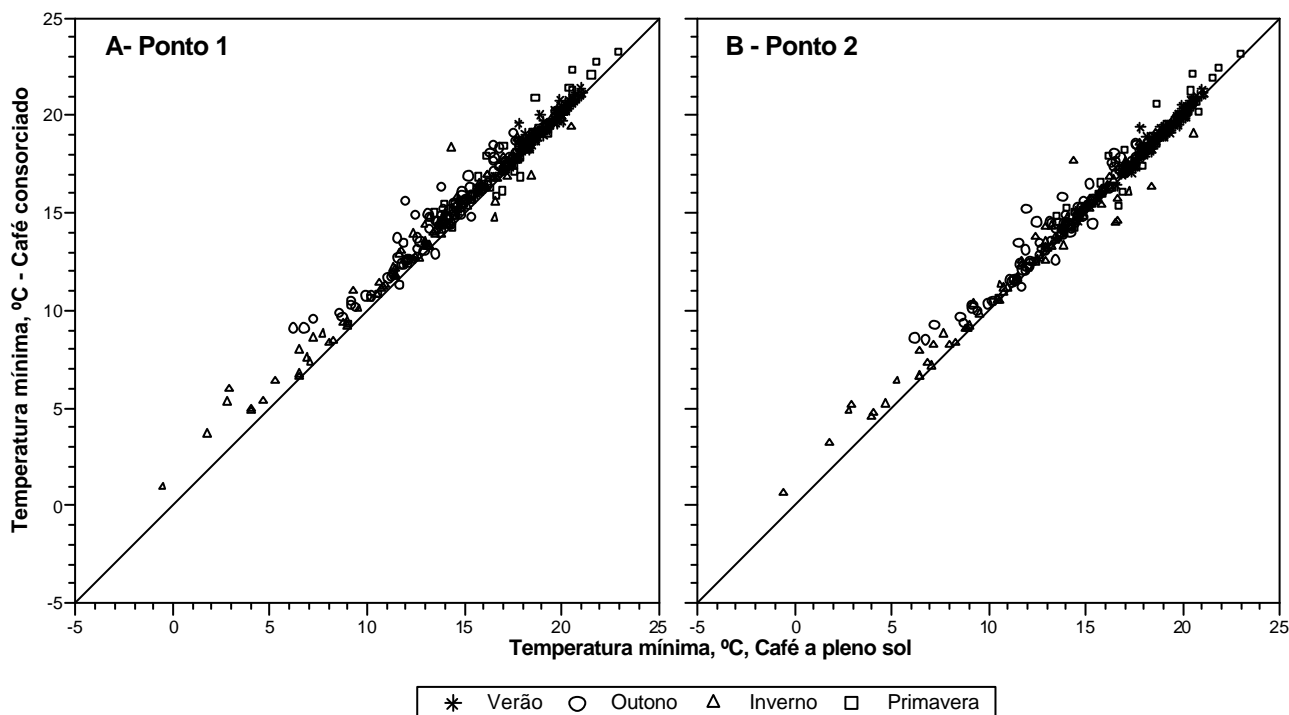


Figura 4. Temperatura mínima do ar em cultivos de café a pleno sol e consorciado com coqueiro-anão verde no ponto 1 (A) e no ponto 2 (B), no município de Garça, SP.

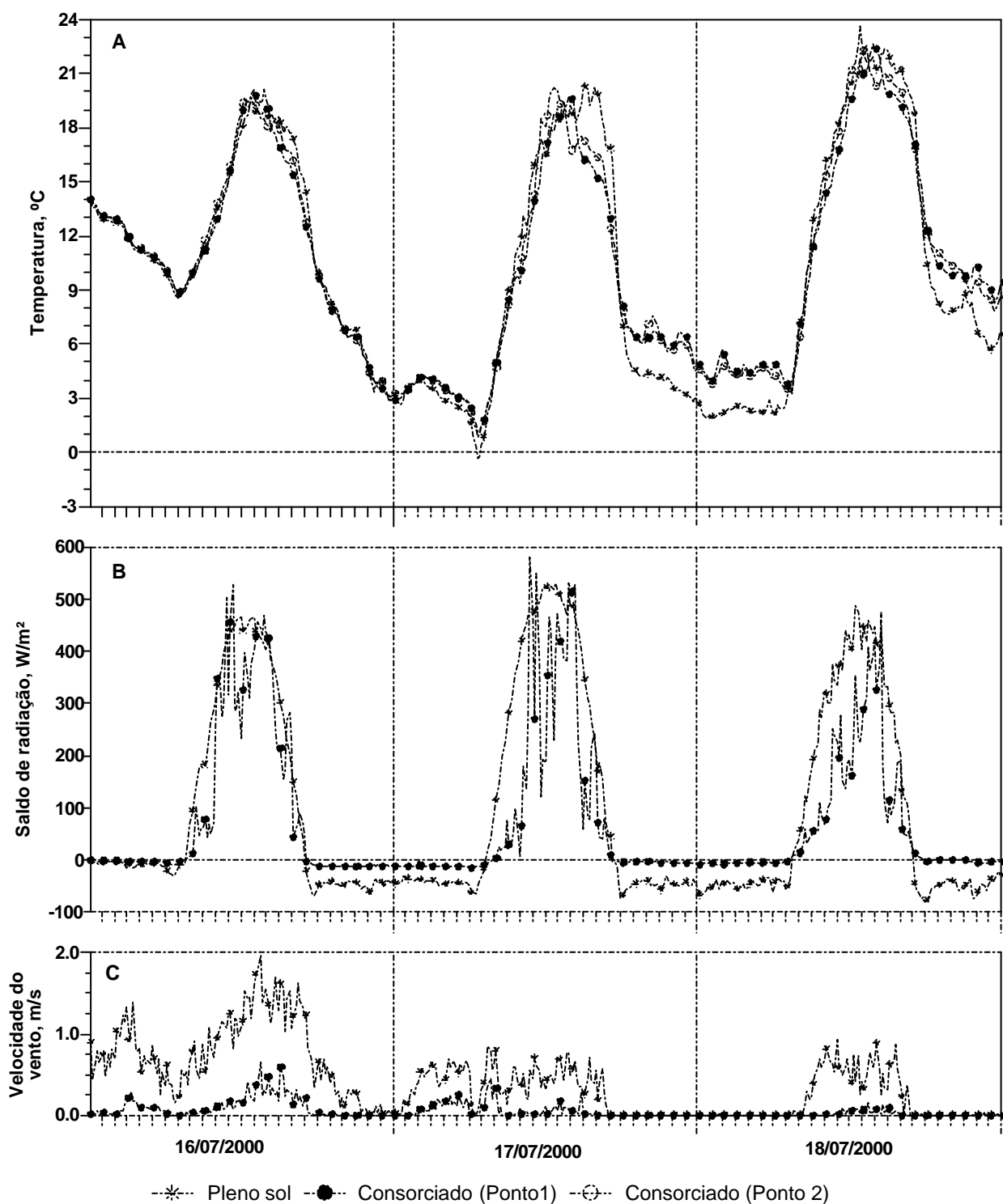


Figura 5. Temperatura do ar (A), saldo de radiação (B) e velocidade do vento (C) em cultivos de café a pleno sol e consorciado com coqueiro-anão verde (pontos 1 e 2), nos dias 16 a 18 de julho de 2000, no município de Garça, SP.

pontos de amostragem a pleno sol, consorciado (ponto 1) e consorciado (ponto 2), respectivamente, embora com valores absolutos mais elevados, devido ao

aquecimento ocorrido no dia anterior, quando ocorreu pouca nebulosidade durante o dia (Figura 5B). Em cultivos de café protegidos com bracatinga (*Mimosa*

Tabela 2. Coeficientes angulares (b) e de determinação (R^2) entre valores diários de radiação solar global em um cultivo de café a pleno sol e consorciado com coqueiro-anão verde (pontos 1, 2 e 3), no município de Garça, SP, no período de novembro de 1999 a outubro de 2000.

	Verão		Outono		Inverno		Primavera		Ano todo	
	b	R^2	b	R^2	b	R^2	b	R^2	b	R^2
Ponto 1	0,56	0,77	0,39	0,50	0,40	0,69	0,59	0,83	0,50	0,71
Ponto 2	0,61	0,87	0,70	0,92	0,69	0,94	0,61	0,81	0,64	0,85
Ponto 3	0,48	0,77	0,76	0,88	0,77	0,94	0,49	0,43	0,60	0,34
Média	0,55	0,93	0,62	0,92	0,62	0,98	0,56	0,91	0,58	0,92

scabrella) no Paraná, CARAMORI et al. (1996) obtiveram temperaturas mínimas absolutas superiores em 2 a 4°C em episódios de geada de radiação, quando comparadas com as temperaturas obtidas em cultivo a pleno sol.

Na Tabela 2 são apresentados os coeficientes: angular e o de determinação da relação entre a radiação solar global obtida em três pontos de medida na parcela consorciada e no sistema de cultivo a pleno sol, para as quatro estações do ano, bem como para todo o período experimental. A dispersão dos dados diários entre os pontos de medida da parcela consorciada e o cultivo a pleno sol está apresentada na Figura 6.

Os dados obtidos mostram que as plantas de coqueiro-anão verde, utilizadas no sistema de cultivo consorciado promoveram atenuação da incidência da radiação solar global sobre as plantas de café, que variou entre os pontos amostrados, bem como ao longo das estações do ano. As maiores atenuações foram obtidas no ponto 1 (50%), seguido pelo ponto 3 (40%) e ponto 2 (36%) (Figura 6).

Analisando a média dos três pontos amostrais, a atenuação foi maior durante a primavera e verão, da ordem de 45% e menor durante o outono e inverno, da ordem de 38%. A variação sazonal da atenuação da radiação pode ter como explicação a menor área foliar das plantas de coqueiro-anão durante os meses de seca e também a variação da incidência solar ao longo do ano. Analisando todo o período de medições, a atenuação média foi de 42%. CAMARGO & PEREIRA (1994) citam que as árvores de sombreamento em cultivos arborizados de café nas regiões tropicais devem cobrir em torno de 30% da superfície e que excesso de sombreamento pode ser prejudicial ao desenvolvimento dos cafeeiros, fato comprovado em experimentos de CARVALHO et al. (1961) e Carvajal (1984), citado por CAMARGO

& PEREIRA (1994).

Embora a atenuação média da radiação solar promovida pelas plantas de coqueiro-anão verde tenha sido de 42%, com variações estacionais de 38 a 45%, não foi verificada uma redução constante e significativa nos valores da temperatura máxima do ar nos pontos de amostragem dentro do sistema consorciado, em função da cobertura promovida pelas plantas de coqueiro-anão não ocorrer em área total, o que induziu mudanças no comportamento da incidência da radiação solar no sistema ao longo do ano, como pode ser verificado nas Figuras 3E e 3F.

Confrontando os dados de incidência da radiação solar nos pontos de medição com a temperatura máxima (diurna), pode-se verificar que as diferenças de temperatura do ar entre os pontos de medida estão relacionadas com a interceptação da radiação solar. No período de outono e inverno a atenuação média da radiação solar global proporcionada pelas plantas de coqueiro-anão foi menor, em torno de 38% (coeficiente angular de 0,62 para as duas épocas do ano). Nesse período, os valores de temperatura máxima do ar no ponto 1 do cultivo consorciado foram próximos ao do sistema cultivado a pleno sol. Para o mesmo período, no ponto 2 do sistema consorciado, foram observadas as maiores diferenças entre as médias mensais da temperatura máxima do ar deste ponto e do cultivo a pleno sol (1,7°C no mês de abril e 1,3°C no mês de maio), com maiores valores para o ponto de leitura dentro do sistema consorciado.

Velocidade do vento

As médias quinquiduais da velocidade do vento no sistema de cultivo a pleno sol e consorciado (Figura 7) revelam que o sistema consorciado proporcionou reduções na velocidade do vento em valores que variaram de 60 a 99%, no ponto 1 e de 87 a

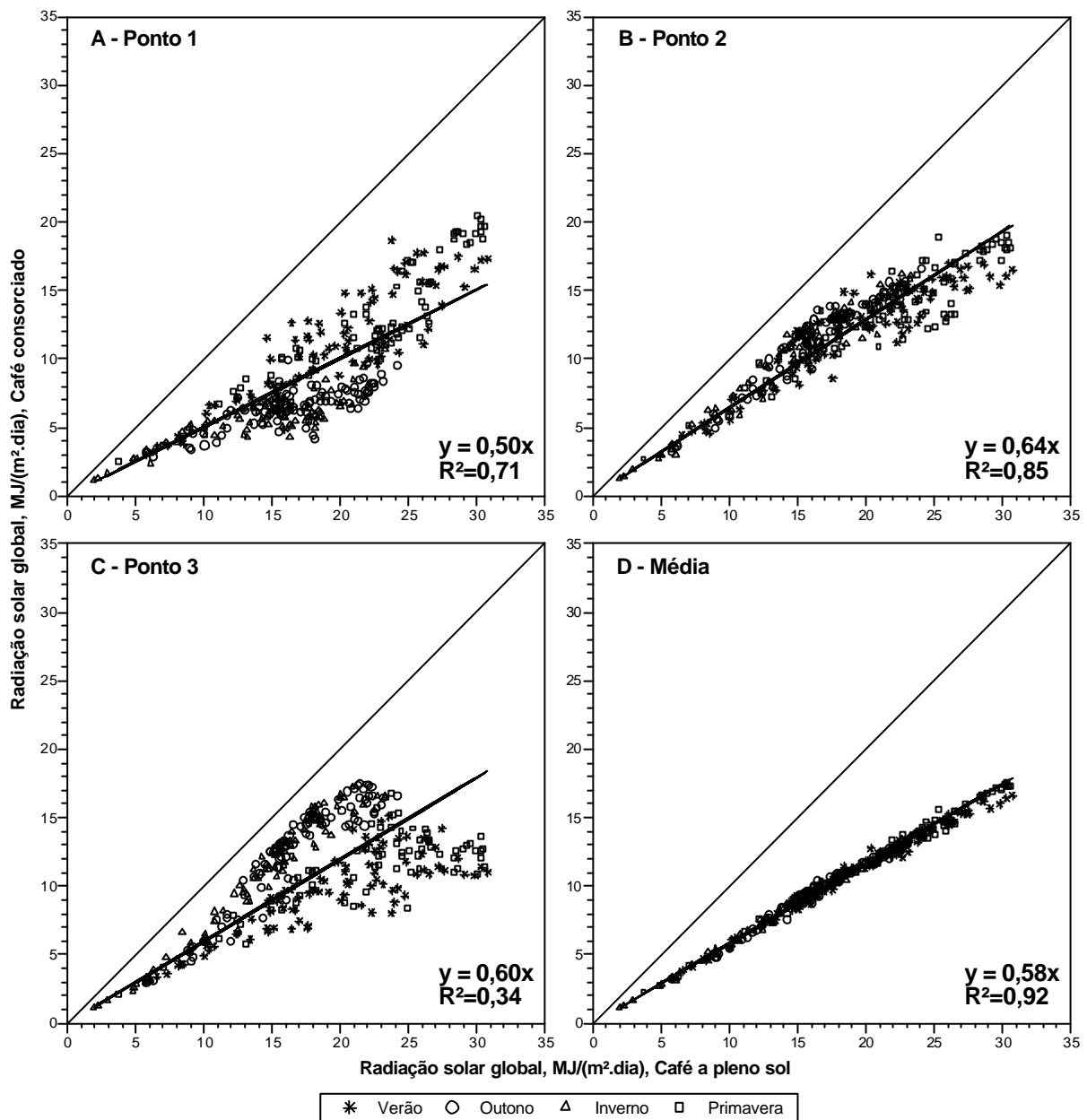


Figura 6. Relações entre a radiação solar global (MJ/(m².dia)) em cultivos de café a pleno sol e consorciado com coqueiro-anão verde nos pontos 1 (A), ponto 2 (B), ponto 3 (C) e média dos sensores (D), no município de Garça, SP.

99%, no ponto 2, em comparação com o sistema de cultivo a pleno sol, sendo que as maiores reduções ocorreram nos meses de fevereiro a maio. CAMARGO & PEREIRA (1994) relatam que um dos maiores benefícios do uso de consorciação ou arborização na cultura do café está relacionado com a redução da ocorrência de ventos, que causam danos físicos às folhas e promovem redução de crescimento das plantas (CARAMORI et al., 1986).

Conclusões

Os resultados obtidos durante o período analisado permitiram verificar que os valores mensais de temperatura máxima do ar no sistema consorciado variaram de 1,8°C inferiores a 1,7°C superiores em relação ao cultivo a pleno sol, dependendo do mês avaliado e do ponto de amostragem considerado dentro do sistema consorciado. Enquanto que, para a temperatura mínima do ar, os valores mensais no sistema

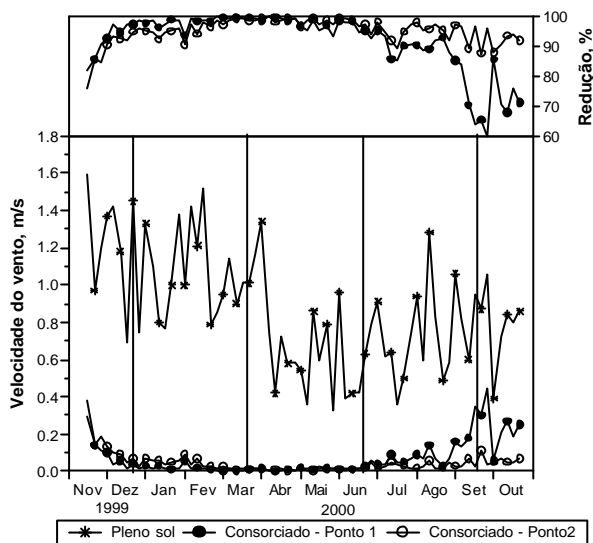


Figura 7. Médias quinquidiais da velocidade do vento (m/s) em cultivos de café a pleno sol e consorciado com coqueiro-anão verde (Pontos 1 e 2), no município de Garça, SP.

consorciado permaneceram iguais ou superiores (a até 1,0°C) ao cultivo a pleno sol, sendo que estas diferenças atingiram até 3,0°C em noites de resfriamento intenso.

As plantas de coqueiro-anão verde promoveram atenuação da incidência da radiação solar global sobre as plantas de café, que variou de 45% na primavera e verão a 38% no período do outono e inverno, com média de 42% ao longo do ano.

O sistema consorciado proporcionou reduções na velocidade do vento em valores que variam de 60 a 99% em comparação ao cultivo a pleno sol.

Referências bibliográficas

- BAGGIO, A.J. et al. Productivity of southern Brazilian coffee plantations shaded by different stockings of *Grevillea robusta*. **Agroforestry systems**, Amsterdam, v. 37, n. 1, p. 111-120, 1997.
- BARRADAS, V.L., FANJUL, L. Microclimatic characterization of shaded and open-grow coffee (*Coffea arabica* L.) plantations in Mexico. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 38, n. 1-3, p. 101-112, 1986.
- BRENNER, A.J. Microclimatic modifications in agroforestry. In: ONG, C.K., HUXLEY, P. (Ed.) **Tree-crop interactions – A physiological approach**, Cambridge: Cab International. 1996. 386 p.
- BROWN, K.V., ROSENBERG, N.J. Shelter-effects on microclimate, growth and water use by irrigated sugar beets in the great plains. **Agricultural Meteorology**, Amsterdam, v. 9, p. 241-263, 1972.
- CAMARGO, A.P.; PEREIRA, A.R. **Agrometeorology of the coffee crop**. Geneva: World Meteorological Organization., 1994. 43 p. (CagM Report n. 58, WMO/TD n. 615).
- CARAMORI, P.H.; ANDROCIOLI FILHO, A.; LEAL, A.C. Coffee shade with *Mimosa scabrella* Benth. for frost protection in southern Brazil. **Agroforestry System**, Amsterdam, v. 33, p. 205-214, 1996.
- CARAMORI P.H.; MANETTI FILHO, J. **Proteção dos cafeeiros contra geadas**. Londrina: IAPAR, 1993. 28 p. (Circular, 112).
- CARAMORI, P.H. et al. Efeitos do vento sobre mudas de cafeeiro Mundo Novo e Catuaí Vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 11, p. 1113-1118, 1986.
- CARVALHO, A., et al. Melhoramento do cafeeiro. XXI – Comportamento regional de variedades, linhagens e progênies de café ao sol e à sombra. **Bragantia**. Campinas. v. 20, n. 2, p. 1045-1142, 1961.
- MATIELLO, J.B. et al. Níveis de sombreamento em cafezal na região serrana de Pernambuco. Parte III. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 15., 1989. Maringá, PR. **Resumos...**, Maringá: Instituto Brasileiro do Café, 1989. p. 182.
- MATIELLO, J.B., ALMEIDA, S.R. Sistemas de combinação de café com seringueira, no sul de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 17., 1991. Varginha, MG. **Resumos...**, Varginha: Ministério da Agricultura e Reforma Agrária/EMBRAPA, 1991, p. 112-114.
- SÁ, T.D. de A. Aspectos climáticos associados a sistemas agroflorestais: implicações no planejamento e manejo em regiões tropicais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1., 1994. Porto Velho, RO. **Anais...**, Colombo: EMBRAPA, 1994, p. 391-431.
- UJAH, J.E.; ADEOYE, K.H. Effects of shelterbelts in the Sudan Savanna zone of Nigeria on microclimate and yield of millet. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 33, n. 2-3, p. 99-107, 1984.