

DESEMPENHO DE DIFERENTES ARBÓREAS NA REDUÇÃO DOS EFEITOS ADVERSOS DA GEADA EM CAFEIEIRO¹

Thiago Augusto Paes Fernandes²; Adriano Thibes Hoshino³; Ayres de Oliveira Menezes Jr.⁴; Patrícia Helena Santoro⁵; Marcelo Augusto de Aguiar e Silva⁴

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

²Bolsista Consórcio Pesquisa Café, thiagouenp@gmail.com

³Doutorando, Dep. Agronomia Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, hoshinoagro@gmail.com

⁴Professor, DSc, Dep. Agronomia Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, ayres@uel.br ; aguiaresilva@uel.br

⁵Pesquisadora, DSc, Instituto Agronômico do Paraná, Londrina, PR, patricia@iapar.br

RESUMO: O objetivo do trabalho foi avaliar o potencial de proteção de algumas espécies arbóreas contra as injúrias causadas pela geada em uma plantação de café. Os efeitos adversos da geada, caracterizada como geada mista (de advecção e radiação) e classificada como moderada à forte, foi observado na estação experimental do Iapar, Londrina-PR, em cafeeiros da cultivar Iapar 98 em sistema arborizado com as seguintes plantas: Moringa (*Moringa oleifera*), Capixingui (*Croton floribundus*), Trema (*Trema micrantha*), Gliricidia (*Gliricidia sepium*), Manduirana (*Senna macranthera*) e Jangada (*Heliocarpus popayanensis*), comparativamente ao sistema de café solteiro. As injúrias ocasionadas pela geada foram avaliadas através do percentual de parte aérea do cafeeiro com sinal de “queima” (lesão ocasionada pela geada), obtidos por análise visual das plantas localizadas próximas e em distância mediana entre as arbóreas, sendo as plantas próximas separadas em face leste e oeste em relação às arbóreas, entretanto quando em sistema de café solteiro não havia essas subdivisões. A comparação entre arbóreas foi feita pela análise de variância seguida de Scott-Knott ($\alpha=5\%$), e a comparação com o sistema de café solteiro realizada através do teste de Scheffé ($\alpha=5\%$). Houve diferenças em relação à proteção dos cafeeiros pelas diferentes árvores e relacionada à posição dos cafeeiros na área, havendo ainda interação entre essas variáveis. Trema e Jangada foram as arbóreas que propiciaram cafeeiros com menor percentual de parte aérea queimada pela geada, nas três posições avaliadas. Entretanto dentro destes sistemas arborizados houve maior proteção das plantas localizada na face oeste das arbóreas. Capixingui também propiciou cafeeiros com menores percentuais de parte aérea queimada, mas somente em plantas próximas à arbórea, e não diferindo quanto a face de exposição. Comparado ao sistema de café solteiro a maioria dos tratamentos com arborização resultou em plantas de café com menor percentual de parte aérea queimada, com exceção da arborização com Gliricidia (independente da posição dos cafeeiros) e das plantas de café localizadas na distância mediana entre árvores de Manduirana. Conclui-se que Trema e Jangada são espécies arbóreas mais apropriadas para proteção dos cafeeiros aos efeitos adversos de uma geada moderada à forte.

PALAVRAS-CHAVE: arborização, *Coffea arabica*, geada mista, proteção.

PERFORMANCE OF DIFFERENT TREES REDUCING THE ADVERSE EFFECTS OF FROST IN COFFEE

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the protection potential of some trees species against injuries caused by frost in coffee. Adverse effects of frost, characterized as mixed (advection and radiation) and classified as moderate to strong, were observed in the experimental station of Iapar, Londrina, in the coffee variety Iapar 98. The evaluation was conducted in the shaded system with the following tree plants: Moringa (*Moringa oleifera*) Capixingui (*Croton floribundus*), Trema (*Trema micrantha*), Gliricidia (*Gliricidia sepium*), Manduirana (*Senna macranthera*), and Jangada (*Heliocarpus popayanensis*), compared to single coffee system treatment. The injuries caused by frost were evaluated by the percentage of shoots with sign of "burning" on leaves (damage caused by frost), estimated by visual analysis of plants located nearby and median distance between the trees. The coffee plants were separated into nearby face east and west in relation to the tree, however in single coffee treatment there were no such subdivisions. The comparison between trees was performed by analysis of variance followed by Scott-Knott ($\alpha=5\%$), and compared with the single coffee system performed by the Scheffé test ($\alpha=5\%$). There were differences in relation to the protection of the different coffee trees and related to the position of coffee in the area; there was interaction between these variables. Trema and Jangada were the trees that provided the best protection against frost, resulting in a lower percentage of shoots burnt by frost in those three positions of coffee plants evaluated. However, within the arborized treatments there was greater protection of coffee plants located on the west side of the trees. Capixingui also provided coffee plants with lower percentages of shoot burned, but only in plants near the tree, and not differing in the face of exposure. Compared to coffee system single, most treatments with trees provided some protection to coffee plants, with the exception of those with Gliricidia (regardless of the position of coffee) and the coffee plants located in the median distance between trees of Manduirana. We conclude that Trema and Jangada are tree species more appropriate for protection of coffee plants to the adverse effects of a moderate to strong frost.

KEY WORDS: tree intercropping, *Coffea arabica*, mixed frosting, protection.

INTRODUÇÃO

Entre os principais fatores limitantes da cafeicultura nas regiões sul e sudeste estão as geadas. Esse fenômeno causa danos severos nos tecidos das plantas, podendo levá-la à morte, dependendo de sua idade, condições nutricionais e tempo de exposição a temperaturas letais (Morais, 2001). Este fenômeno tem sido o motivo do abandono da atividade cafeicultura em alguns municípios do Paraná, como observado, por exemplo, em Peabirú (Tonete e Lima, 2013).

Alguns métodos de proteção de cafezais contra a geada foram desenvolvidos e vem sendo recomendados. O chegamto de terra no tronco do cafeeiro é uma técnica que protege a gema; desse modo, mesmo que a parte aérea seja danificada, haverá nova brotação. Arborização, bambu, PVC, saco plástico transparente, saco de papel, palha de arroz e palha de feijoeiro são métodos testados para reduzir os danos adversos causados pelas baixas temperaturas. Técnicas de nebulização e irrigação no momento em que ocorre a geada também se mostraram eficientes para a proteção de cafeeiros (Caramori *et al*, 2000; Morais *et al*, 2002; Prael *et al*, 2005).

A amenização das condições microclimáticas através do plantio de espécies arbóreas ou arbustivas no interior do cafezal é uma prática bastante promissora. As árvores exercem proteção sobre os cafeeiros reduzindo a perda de radiação eletromagnética de ondas longas, que é interceptada e refletida de volta a superfície coberta pelas suas copas. O sombreamento denso geralmente implica em menor produção de café, assim o recomendável é fazer a arborização da lavoura, com uma densidade mínima de árvores que possam fornecer proteção, mas ainda propiciar retorno econômico ao produtor. (Caramori *et al*, 2000). Plantas como Bracatinga (*Mimosa scabrella*), Grevílea (*Grevillea robusta*), Leucena (*Leucaena leucocephala*), Guandu (*Cajanus cajan*) e Seringueiras (*Hevea brasiliensis*) já foram testados em consorciação com cafeeiros e indicaram a viabilidade desta prática na cafeicultura (Caramori *et al*, 2001; Leal *et al*, 2005).

Plantas com diferentes arquiteturas de copa apresentam diferentes potenciais de proteção à geada, visto que a densidade de copa (inerente de cada espécie arbórea) é um fator chave na interceptação e reflexão das ondas longas. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar o potencial de proteção de algumas espécies arbóreas contra as injúrias causadas pela geada em uma plantação de café.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado durante o mês de agosto de 2013 na estação experimental do Iapar - Instituto Agrônomo do Paraná - Londrina, PR (coordenadas: 23°21'27''S; 51°09'34''O e 573 m de altitude). O cafezal foi composto pela variedade Iapar 98, plantada de 30 de janeiro a 02 de fevereiro de 2012 no espaçamento de 2,50 m entre linhas e 0,60 m entre plantas na linha de plantio, com uma muda por cova. O delineamento experimental foi de blocos casualizados em arranjo de parcela subdividida, em esquema 6 x 3 + 1 (tratamentos x subdivisões + testemunha) com quatro repetições, com parcelas de 25 m x 17 m, contendo 10 linhas de café. Os tratamentos consistiram na arborização do cafeeiro com seis espécies arbóreas: Gliricidia (*Gliricidia sepium*), Moringa (*Moringa oleifera*), Capixingui (*Croton floribundus*), Trema (*Trema micrantha*), Jangada (*Apeiba tibourbou*) e Manduirana (*Senna macranthera*), comparativamente ao tratamento de café solteiro. As espécies arbóreas foram plantadas entre 11 a 15 de maio de 2012, com 20 plantas de cada espécie arbórea por parcela, em espaçamento 2,5 m x 6,0 m distribuídos na linha do café e na forma de quincôncio. Em cada parcela do sistema arborizado as avaliações dos efeitos adversos da geada foram realizados em cafeeiros localizados em três posições relativas às arbóreas: próximos e em face oeste, próximos e em face leste, e na posição mediana entre as arbóreas. Posição próxima e mediana refere-se aos cafeeiros distanciados em até 1,8 m e de 3,0 a 3,6 m do tronco da arbórea, respectivamente. Entre 24 a 26 de julho de 2013 ocorreram as geadas, sendo caracterizadas conforme dados obtidos de estação meteorológica distanciada por cerca de 600 m do local do estudo, e com diferença em cota altimétrica de 13 m. Esta caracterização fez-se necessária devido ao desempenho da proteção da arborização estar ligada a intensidade da geada. No dia 13 de agosto de 2013 (nove dias após início das geadas), em cada parcela foi realizada a avaliação de 32 cafeeiros localizados nas seis linha centrais, sendo este número subdividido nas parcelas com arbóreas (12 plantas para cada posição em relação a arbórea). O efeito adverso da geada foi avaliado através do percentual de parte aérea do cafeeiro com sinal de "queima" (lesão ocasionada pela geada), estimado por análise visual. Os valores médios de cada combinação entre sistema de arborização e posição dos cafeeiros, obtidos de cada unidade amostral, atenderam aos pressupostos para uma análise paramétrica e foram submetidos a análises de variância com médias separadas através do teste Scott-Knott ($\alpha=5\%$). A comparação entre os tratamentos arborizados e o de café solteiro foi feita através do teste de Scheffé ($\alpha=5\%$). Tendo em vista a importância do tipo e desenvolvimento de copa das arbóreas na proteção contra a geada, foi obtido o diâmetro médio de cada tipo de arbórea, sendo este também submetido a análise de variância com médias separadas por Scott-Knott ($\alpha=5\%$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização da geadas.

Nos dias 24, 25 e 26 de julho de 2013 as baixas temperaturas noturnas provocaram morte das plantas de café ou de suas partes (folhas e caules), caracterizando a ocorrência de geadas. Durante o dia 23 de julho, dia que antecedeu a primeira noite de temperaturas letais, houve a entrada de uma massa de ar frio, proveniente da região polar, com ocorrência de ventos fortes, constantes, com temperaturas baixas. Às 9 horas a velocidade do vento neste dia era de 16,5 km.h⁻¹, com direção sudoeste e temperatura de 4 °C; às 15 horas o vento atingiu 11,9 km.h⁻¹, com direção sul e temperatura mínima de 4,8 °C. Possivelmente os ventos frios causaram o ressecamento da folhagem provocando em algumas plantas sua morte por desidratação. Esse tipo de geadas é definido como Geadas de Advecção ou de Vento Frio, e provoca danos apenas em um lado da planta, aquele voltado para os ventos predominantes. Logo após a entrada da massa, ela permaneceu sobre a região e, às 21 horas, o vento reduziu para 4 km.h⁻¹ e a temperatura do ar atingiu 3,6 °C. Com a estagnação da massa de ar frio, a alta polar passou a atuar, deixando o céu sem nuvens, sem vento e o ar frio e seco, o que permitiu um intenso resfriamento do solo, provocando queda da temperatura do ar próximo à superfície, resultando na inversão térmica, ou seja, a temperatura do ar aumentou com a altura, nos primeiros metros, ao invés de diminuir, como normalmente acontece. Na madrugada do dia 24 a temperatura mínima de relva (temperatura da superfície) foi de -5,4 °C, enquanto que a mínima registrada dentro do abrigo meteorológico, a 1,80 metros do solo, foi de 0,6 °C, resultando em 6 °C de amplitude entre os dois pontos medidos. Esse tipo de geadas é definido como Geadas de Radiação e causa morte do tecido vegetal por congelamento, havendo ou não formação de gelo. Neste dia a geadas foi classificada como moderada à forte.

Como ocorreram os dois processos sucessivamente, ou seja, entrada de massa fria e seca, e subsequente estagnação sobre a região, permitindo intensa perda radiativa noturna, a primeira noite de geadas pode ser definida como Geadas Mista, causando morte do tecido vegetal por desidratação e congelamento, sucessivamente. Vale a pena ressaltar que o café é considerado uma espécie resistente à geadas, com temperatura crítica mínima da folha igual a -4 °C, o dano inicia-se somente com temperaturas inferiores, e sua suscetibilidade varia com o estágio fenológico, nutricional e sanitário das plantas no momento da ocorrência. Nos dias subsequentes, 25 e 26 de julho, a massa fria estagnada sobre a região foi perdendo força, a temperatura se elevando e, conseqüentemente, diminuindo a intensidade das Geadas de Radiação. A temperatura mínima de relva observada no dia 25 foi de -3,4 °C, e a temperatura dentro do abrigo 2,0 °C, provocando geadas fracas com maior potencial de danos nas baixadas (ninho de geadas). Já no dia 26 a mínima de relva foi de -1,6 °C e 5,0 °C no abrigo, novamente o maior potencial de dano ocorreu nas baixadas.

Desempenho das arbóreas na proteção a geadas.

A proteção dos cafeeiros variou conforme a espécie arbórea utilizada e ainda conforme a posição dos cafeeiros na parcela, evidenciando interação entre tipo de planta arbórea e posição do cafeeiro em relação a ela. Dentro do sistema de café arborizado Trema e Jangada foram as arbóreas que propiciaram cafeeiros com menor percentual de parte aérea queimada pela geadas, nas três posições avaliadas. Entretanto, na maioria dos tratamentos arborizados houve maior proteção das plantas de café localizadas na face oeste das arbóreas. Capixingui também propiciou cafeeiros com menores percentuais de parte aérea queimada, mas somente em cafeeiros próximos à arbórea, e não diferindo quanto a face de exposição (Tabela 1).

A proteção contra os efeitos adversos da geadas conferida por Trema, Jangada e Capixingui certamente está ligada ao maior diâmetro de copa observado nessas arbóreas (Tabela 2), visto que Caramori *et al.* (2001) verificaram que o formato e o diâmetro de copa são importantes para definição da área de proteção em uma geadas de radiação. Em seus experimentos houve proteção contra geadas fracas e moderadas a uma distância de até 6 metros do tronco das árvores de Bracatinga. Em plantações com Grevílea adulta, foi observada proteção efetiva contra geadas moderadas até cerca de 8m do tronco das árvores, entretanto em condições de geadas severas, a proteção se restringiu a cerca de 4 a 5m dos troncos, sob as copas das árvores adultas.

Também a densidade de folhas presentes nessas copas influenciou na proteção contra os efeitos adversos da geadas. Copas mais densas conferem melhor proteção por impedirem mais eficientemente a perda de calor durante a noite, segundo Moraes e Caramori (2001), que verificaram que cafeeiros sob túnel de Feijão quando bem formado conferem microclimas com temperatura de 2 a 5°C mais elevada do que em cafeeiros desprotegidos. Assim a baixa densidade de copa observada em moringa explica a sua ineficiência em proteger os cafeeiros, mesmo com um diâmetro de copa maior que o Capixingui (Tabela 2), que apresentou uma copa nitidamente mais densa. O fato do Capixingui proteger os cafeeiros próximos ao seu tronco e não aqueles localizados na posição mediana, pode ser explicado pelo menor diâmetro de copa em relação a Trema e Jangada, mesmo apresentando uma copa densa.

O tamanho e densidade de copa explicam o menor percentual de folhas queimadas no sistema arborizado com Trema e Jangada, mas não explicam as diferenças verificadas com relação a posição do cafeeiro dentro destes tratamentos arborizados (Tabela 1). Esse fato pode estar relacionado à ocorrência de geadas mista e com os ventos mais frios e fortes vindos da face sudoeste, e que justifica as diferenças observadas. Como as arbóreas começavam a se ramificar numa altura maior que a altura máxima dos cafeeiros, não atuaram como quebra ventos, deixando os cafeeiros expostos aos efeitos adversos da geadas de advecção. Provavelmente as próprias plantas de café vizinhas na linha atuaram como quebra vento uma das outras e toda vez que havia uma arbórea os cafeeiros localizados na face leste das arbóreas ficavam menos protegidos resultando no maior percentual de folhas queimadas pela geadas.

A arborização com Moringa, Manduirana e Gliricídia resultaram em cafeeiros com os maiores percentuais de folhas queimadas (Tabela 1), provavelmente em virtude dos menores diâmetros de copa (Tabela 2), baixa densidade de folhas em suas copas, ou ambas características (como verificado em Gliricídia), o que resultou na ineficiência de proteção contra a geada.

Comparativamente ao tratamento com café solteiro, a maioria dos arborizados proporcionou alguma grau de proteção às plantas de café, resultando em menor percentual de parte aérea queimada. Com exceção temos os tratamentos com Gliricidia (independentemente da posição dos cafeeiros); e com Manduirana, nas plantas de café localizadas na distância mediana entre árvores (Tabela 1). Verificou-se ainda que, entre as arbóreas utilizadas neste estudo, apenas Gliricidia mostrou-se suscetível a geada, como verificado pela copa totalmente “queimada” pela geada.

Tabela 1. Percentual médio de folhas de cafeeiros queimados pela geada sob diferentes tipos de arborização e em distintas posições em relação as arbóreas. Agosto de 2013. Estação experimental do Iapar, Londrina, PR.

Plantas Arbóreas	Posição		
	Face oeste	Meio	Face leste
Moringa	58,9 ± 30,9 Aa*	63,1 ± 26,5 Aa*	69,8 ± 34,7 Aa*
Capixingui	39,6 ± 19,9 Bb*	65,8 ± 27,3 Aa*	48,7 ± 11,0 Bb*
Trema	14,5 ± 10,3 Bb*	21,6 ± 15,4 Bb*	29,6 ± 25,1 Ba*
Gliricidia	92,7 ± 6,9 Aa	86,2 ± 17,7 Aa	89,3 ± 14,0 Aa
Manduirana	70,0 ± 23,5 Aa*	77,6 ± 21,7 Aa	67,0 ± 26,2 Aa*
Jangada	28,5 ± 27,8 Bb*	40,7 ± 29,2 Ba*	38,3 ± 24,5 Ba*
Café Solteiro	93,7 ± 5,1		

Face oeste refere-se aos cafeeiros posicionados até 1,5m do tronco da arbórea em sua face oeste. Meio refere-se aos cafeeiros na posição mediana entre duas arbóreas, distanciados destas em 2,5 a 3,0 m. Face leste refere-se aos cafeeiros posicionados até 1,5m do tronco da arbórea em sua face leste. Médias (± desvio padrão) seguidas de mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade (CV=47,3 %). O asterisco (*) indica diferença em relação ao Café Solteiro pelo teste de Scheffé a 5% de probabilidade (CV=26,6 %).

Tabela 2. Diâmetro médio de copa (± desvio padrão) de diferentes espécies arbóreas utilizadas na arborização dos cafeeiros. Agosto de 2013. Estação experimental do Iapar, Londrina, PR.

	Moringa	Capixingui	Trema	Gliricidia	Manduirana	Jangada
Diâmetro de copa (m)	2,6 ± 0,4 b	2,3 ± 0,2 c	3,8 ± 0,2 a	1,4 ± 0,3 d	2,0 ± 0,3 c	2,9 ± 0,2 b
p-valor = < 0,01						

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade (CV=11,0%)

CONCLUSÕES

Nas condições de espaçamento e geadas ocorridas neste estudo, a arborização mostrou-se uma alternativa de redução de danos ao cafeeiro.

Trema e Jangada conferem maior proteção dos cafeeiros aos efeitos adversos de uma geada moderada à forte, do que as demais espécies arbóreas testadas.

Nas geadas com processo de advecção, existe influência da face de exposição dos cafeeiros sobre sua suscetibilidade ao frio.

AGRADECIMENTOS

Ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café pela concessão da bolsa ao primeiro autor e financiar o projeto com arborização de cafeeiros.

Ao Instituto Agrônomo do Paraná e a Universidade estadual de Londrina por tornar possível este trabalho.

REFERÊNCIAS

- CARAMORI, P.H.; MANETTI FILHO, J.; LEAL, A. C; MORAIS, H. Geada: técnicas para proteção dos cafezais. IAPAR, 2000. 36p. Circular, 112.
- CARAMORI, P.H.; MORAIS, H.; ANDROCIOLI FILHO, A.; LEAL, A. C; GORRETA, R.; CRUZ, R.F.R.; Utilização de espécies intercalares ao cafezal para proteção contra geadas: resultados e perspectivas. In: II Simpósio de Pesquisa dos cafés do Brasil. 2001.
- LEAL, A.C.; SOARES, R.V.; CARAMORI, P.H.; BATISTA A.C. . Arborização de cafeeiros com bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth) *Floresta*, Curitiba, PR, v.35, n. 1, jan./abr. p. 23-32, 2005.

MORAIS, H. e CARAMORI, P.H.; Consorciação de café recepado com Guandu (*Cajanus cajan*) durante o inverno para proteção de cafezais contra geadas. In: II Simpósio de Pesquisa dos cafés do Brasil. 2001.

MORAIS, H.; CARAMORI, P.H.; MOREIRA, I.A.; RIBEIRO, A.M.A., CARNEIRO FILHO, F. Avaliação de métodos de proteção contra geadas em cafezais recém implantados. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 10, n.2, p. 259- 264, 2002.

PRELA, A.; MORAIS, H.; GUISELINE, C.; CARAMORI, P.H.; RIBEIRO, A.M.A.; - Alternativas de proteção de cafeeiros recém implantados contra geada. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 13, n.2, p.256-261, 2005.

TONETE, M. D. L. B. A.; de LIMA, M. D. G. A influência dos movimentos populacionais na formação econômica e social do município de Peabiru. Disponível em: http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/producoes_pde/artigo_maria_lourdes_bassi_alves.pdf, acessado em 31 de agosto de 2013.