

# ARBORIZAÇÃO DE CAFEZEIROS EM PLANTIO ADENSADO COM BRACATINGAS

Alex C. LEAL<sup>1</sup> E-mail: alex@iapar.br, Paulo H. CARAMORI<sup>1</sup>, Ronaldo V. SOARES<sup>2</sup>, Antônio C. BATISTA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> IAPAR, Londrina, PR; <sup>2</sup> UFPR, Curitiba, PR

## Resumo:

A arborização de cafezais é uma prática pouco utilizada nos modernos sistemas de produção de café no Brasil. Entretanto, como a ocorrência de geadas é um problema grave para a cafeicultura, principalmente no sul do Brasil, o efeito de proteção contra geadas de radiação proporcionado pelas copas das árvores, devido à alteração do balanço de energia, é de grande importância para a redução dos riscos climáticos inerentes à produção agrícola.

Neste trabalho comparou-se a temperatura das folhas e a produtividade dos cafeeiros consorciados com árvores de bracatinga em duas densidades (555 e 139 árvores.ha<sup>-1</sup>) com cafeeiros solteiros “a pleno sol”. Foram utilizados dados de produção de café nas safras de 2002 e 2003, respectivamente a primeira e a segunda safra depois da recepção dos cafeeiros, cultivar IAPAR 59, realizada após as geadas severíssimas que ocorreram no ano de 2000. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três repetições.

Os resultados mostraram diferenças significativas entre as produções de café no biênio 2002-2003 dos três tratamentos estudados, sendo observada redução na produtividade proporcional à densidade da arborização. As diferenças na temperatura mínima das folhas de café entre os tratamentos arborizados e a testemunha a pleno sol chegaram a 1,5°C e 2,3°C aos 21 meses, diferenças diretamente proporcionais à densidade de arborização. Aos 11 meses após o plantio das bracatingas observou-se diferença de até 0,6°C entre a testemunha a pleno sol e o tratamento com 555 bracatingas.ha<sup>-1</sup>. Estes valores indicam o potencial da arborização com bracatinga para proteção dos cafeeiros contra geadas de radiação.

Palavras-chave: Sistemas Agroflorestais, sombreamento, *Coffea arabica*, *Mimosa scabrella*

## SHADING COFFEE PLANTED IN HIGH DENSITY WITH BRACATINGA TREES IN SOUTHERN BRAZIL

### Abstract:

Shading coffee is not a common practice in modern coffee production systems in Brazil. Frosts are a serious problem for coffee growing, mainly in southern Brazil, and the protection against radiative frosts offered by the tree crowns could be an important climatic risk reduction factor for the agricultural business.

In this paper it has been compared leaf temperature and coffee productivity between coffee plants in agroforestry arrangements with bracatinga trees under two densities (555 and 139 trees.ha<sup>-1</sup>) and coffee plants grown in the open (full sunlight). Coffee beans productivity data analyzed come from two harvests in the years of 2002 and 2003, the first and second harvests after the coffee plants have been coppiced due to severe frosts occurred in the year 2000. The experimental design was a complete randomized block with three replications.

The results showed significant differences in coffee beans productivity among the treatments for the biennium 2002-2003. A reduction in coffee productivity proportional to shade trees density was observed. Differences in the average coffee leaf minimum temperature among shaded treatments and the control (full sun) reached 1.5°C and 2.3°C within 21 months after trees planting, proportional to shade trees density. Differences of 0.6°C were observed between the control treatment and the 555 trees.ha<sup>-1</sup> treatment with 11 months of age. These results revealed the radiative frost protection potential of the coffee x bracatinga agroforestry system.

Key words: Agroforestry Systems, shade trees, *Coffea arabica*, *Mimosa scabrella*

### Introdução

O efeito mais importante da arborização para os cafeicultores é, provavelmente, o impacto na produtividade de grãos, embora fatores como valor das árvores, redução das capinas, longevidade da lavoura, qualidade do café e outros possíveis benefícios da arborização, possam ter um peso importante na tomada de decisão pelos produtores. Um fator que isoladamente determina diferenças importantes na produção do cafezal é a ocorrência de geadas, pois, dependendo da sua intensidade, elas podem reduzir a produção no ano subsequente, anular a produção por um, dois ou mais anos e até matar o cafeeiro (Caramori et al., 2000).

O efeito da arborização na produção do cafeeiro tem gerado muita discussão há mais de um século, podendo ser encontrados na literatura exemplos de aumento e redução da produtividade em função da arborização (DaMatta, 2004). Entre as razões para esta polêmica estão a diversidade de sistemas de produção de café e de condições edafo-climáticas e sócio-econômicas encontradas nas regiões produtoras. Diferenças em relação ao nível de capitalização e condição sócio-econômica dos produtores, rendimentos físico e financeiro das lavouras, uso de insumos industriais, tecnologia de manejo da lavoura e características do solo dificultam a análise das vantagens e desvantagens do cultivo arborizado em comparação com a monocultura a pleno sol (Beer et al., 1998).

Uma hipótese para explicar os efeitos conflitantes da sombra nos diversos ambientes foi proposta por Muschler (1998). A separação dos ambientes em "ótimos" e "sub-ótimos" em relação às condições edáficas e de altitude (e consequentemente de temperatura) para o cafeeiro, permitiria estimar o montante da contribuição da arborização para aquele sítio específico. Esta contribuição seria maior em ambientes sub-ótimos e pequena, ausente ou mesmo negativa em ambientes mais próximos de um "ótimo" teórico para o cafeeiro em relação às características dos solos e à altitude.

O clima na região cafeeira do Paraná, principalmente com relação à temperatura média anual, se aproxima do ótimo para o cafeeiro arábica, portanto deve-se esperar uma contribuição pequena ou até negativa da arborização. Entretanto, devido à ocorrência de geadas, a arborização pode permitir produtividades substancialmente maiores que os plantios a pleno sol, conforme demonstrado por Caramori et al. (1996).

A prática de adensamento de plantio nos cafezais passou a ser recomendada e divulgada na região cafeeira do Paraná a partir da década de 1990 como parte do novo modelo tecnológico para o café no Paraná desenvolvido pelo Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR, 1991). Apesar de teoricamente favorecer os danos por geada, por permitir menor acumulação de calor (energia) no solo durante o dia (Caramori et al., 2000), esta técnica teve grande aceitação por parte dos produtores, provavelmente em função do aumento expressivo na produtividade das lavouras.

O experimento aqui relatado teve como objetivo avaliar os efeitos da arborização com bracingas na temperatura das folhas e na produtividade de cafeeiros IAPAR 59 em plantio adensado (8.333 plantas.ha<sup>-1</sup>).

## Material e Métodos

Cafeeiros da cultivar IAPAR 59 foram plantados na estação experimental do IAPAR em Londrina, PR (23°S, 51°W), em janeiro de 1998, no espaçamento de 1,50 m entre linhas por 0,80 m na linha de plantio, uma muda por cova. Os cafeeiros foram recepadados a 40 cm de altura após as geadas de 2000. Foram demarcadas 9 parcelas experimentais com área de 756 m<sup>2</sup> (31,5 m x 24,0 m) cada, perfazendo uma área experimental total de 6804 m<sup>2</sup>. Em outubro de 2001 mudas de bracinga foram plantadas nas linhas de café, num espaçamento de 4,0 m x 4,5 m, nas 6 parcelas sorteadas para receber os tratamentos arborizados. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três repetições.

Os tratamentos testados foram: um tratamento testemunha com cafeeiros solteiros a pleno sol (T1) e dois com cafeeiros arborizados com diferentes densidades de bracinga (T2 = 555 árvores.ha<sup>-1</sup> e T3 = 555 árvores.ha<sup>-1</sup> no primeiro ano com desbaste para 139 árvores.ha<sup>-1</sup> no segundo ano). O desbaste das bracingas foi realizado no início de dezembro de 2002.

A produção de café beneficiado por planta foi calculada como a média entre as plantas presentes na área útil (72 m<sup>2</sup>, correspondendo teoricamente a 60 plantas de café), não considerando as falhas e incluindo as plantas que não apresentaram produção no ano. Das bracingas foram medidas a altura total com vara telescópica graduada aos 111, 236, 365, 544 e 716 dias (aproximadamente 4, 8, 12, 18, 24 meses), o DAP com fita diamétrica aos 236, 365, 544 e 716 dias e o diâmetro da copa aos 365, 544 e 716 dias. O diâmetro da copa das bracingas foi medido em cruz, ou seja, uma medida da copa no sentido da linha de plantio e outra medida perpendicular à primeira, ambas com auxílio de uma trena e o diâmetro médio da copa foi obtido por média aritmética entre as duas medidas. Foram consideradas todas as plantas da parcela, inclusive a bordadura.

A temperatura das folhas dos cafeeiros foi monitorada de 07 de julho de 2002 a 30 de setembro de 2003 com auxílio de dois coletores automáticos de dados. Uma das estações de coleta ficou numa das parcelas testemunha (T1) e foi conectada a três termopares fixados em folhas de cafeeiros expostas na parte superior da copa e na face norte, de maneira aleatória.

Em abril de 2003 foi instalado nesta estação um quantômetro modelo LI190SB produzido pela LI-COR, com sensibilidade a comprimentos de onda na faixa de 400 a 700 nm, colocado em base nivelada a 2,50m de altura. A outra estação de coleta ficou localizada na divisa entre duas parcelas com densidades diferentes de bracingas (T2 e T3) onde foram instalados seis termopares, sendo três deles fixados nas folhas de cafeeiros na parcela com o tratamento T2 e os outros três na parcela contígua com o tratamento T3. Os coletores automáticos de dados foram programados para fazer uma leitura dos sensores a cada 30 segundos e armazenar as temperaturas média, máxima e mínima a cada 15 minutos.

A estimativa da percentagem de redução da RFA nas parcelas com bracingas em relação à parcela a pleno sol foi calculada com dados obtidos de uma bateria de quantômetros construídos com fotodiodos modelo G1118 (tipo GaAsP) fabricados pela Hamamatsu Corporation. Estes quantômetros foram fixados com fita adesiva em barras de ferro (diâmetro 3/8" CA50 com 2,35 m de comprimento) enterradas até ficarem a 1,70 m de altura do solo e nivelados visualmente com auxílio de um nível de bolha. Entre abril e maio de 2003 os 24 sensores de RFA foram distribuídos uniformemente nas duas diagonais entre quatro árvores nas parcelas com os tratamentos T2 e T3 (12 sensores em cada tratamento). As médias dos valores de fluxo total diário de RFA (PAR) registradas nos tratamentos arborizados foram comparadas com os valores obtidos na parcela testemunha, de maneira a obter uma estimativa da percentagem de redução da RFA nos tratamentos arborizados em relação à testemunha.

A produção de café por hectare de cada tratamento foi analisada através de ANOVA. Foram analisadas a produção do primeiro ano e do segundo em separado e a produção dos dois anos somadas (total do biênio). Como o tratamento T3 só foi implantado no segundo ano, a análise da produção no primeiro ano foi feita para dois tratamentos (T1 e T2). Na análise da produção bianual no tratamento T3 consideraram-se as parcelas com o tratamento T2 em 2002 e que seriam desbastadas para compor o tratamento T3 no ano de 2003.

## Resultados e Discussão

O crescimento em altura da bracatinga nas condições locais alcançou a média de 4,3 m no primeiro ano. Aos dois anos a altura total média chegou a cerca de 6,5 m no tratamento mais adensado (T2) e 6,0 m no tratamento desbastado (T3). Os valores medidos no primeiro ano foram compatíveis com os registros encontrados na literatura: 3,58 m e 4,71 m (Embrapa, 1986); 3,92 m, 4,07m e 4,30 m (Caramori et al., 1996). Observou-se redução da taxa de crescimento em altura após o desbaste entre os tratamentos, devido à diminuição da competição entre as árvores. Diferenças semelhantes a favor do plantio mais adensado foram registradas por Caramori et al. (1996).

Os valores médios de DAP de 5,8 cm no primeiro ano e 10,5 e 11,8 cm no segundo ano, para os tratamentos T2 e T3 respectivamente, indicam que o desenvolvimento da bracatinga neste experimento pode ser considerado normal e comparável aos melhores sítios, embora o local esteja fora da área de ocorrência natural da espécie e da área recomendada para plantios comerciais (Embrapa, 1986). Entretanto, o espaçamento utilizado (4,0 x 4,5 m) e a idade do desbaste (13 meses) não são usuais nos sistemas de produção tradicionais da bracatinga, o que dificulta as comparações e inferências sobre a produtividade.

As árvores desbastadas no tratamento T3, empilhadas e medidas, produziram o equivalente a 10,9 st.ha<sup>-1</sup> em 13 meses, o que significa uma produtividade de aproximadamente 14,6 st.ha<sup>-1</sup>.ano considerando todas as árvores nas parcelas. O volume obtido com o desbaste ao final do primeiro ano, considerando-se o preço médio de R\$ 9,00 por estère de lenha “posta no carreador”, em Londrina, renderia cerca de R\$ 100,00 por ha<sup>1</sup>.

Ao final do primeiro ano as copas das bracatingas cobriam cerca de 40% do terreno. No tratamento sem desbaste este valor subiu para 91% aos 18 meses e alcançou 96% no final do segundo ano. Após os 18 meses o crescimento em diâmetro das copas ficou praticamente estagnado no tratamento sem desbaste. No tratamento com desbaste realizado aos 14 meses, a percentagem de cobertura caiu para 25% após o desbaste e ao final do segundo ano chegou a 33%.

A taxa de crescimento da bracatinga registrada nos plantios com café na região de Londrina permite que a espécie ofereça proteção já no primeiro ano de plantio, o que pode eliminar a necessidade de proteção temporária com espécies arbustivas ou anuais.

O fluxo total de fótons fotossinteticamente ativos (FTFFA) diário foi calculado a partir das medições da densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA) no período entre 10 de maio a 4 de agosto de 2003. Nesse período a porcentagem média do fluxo total incidente no tratamento testemunha (T1 - pleno sol) ficou em 23 e 55% para os tratamentos T2 e T3, respectivamente. Nos dias nublados, devido à maior percentagem de radiação difusa em relação à radiação direta, a fração de radiação fotossinteticamente ativa (PAR) incidente sob as árvores aumentou, tendo chegado a mais de 40% no tratamento T2 e superado os 90% no T3.

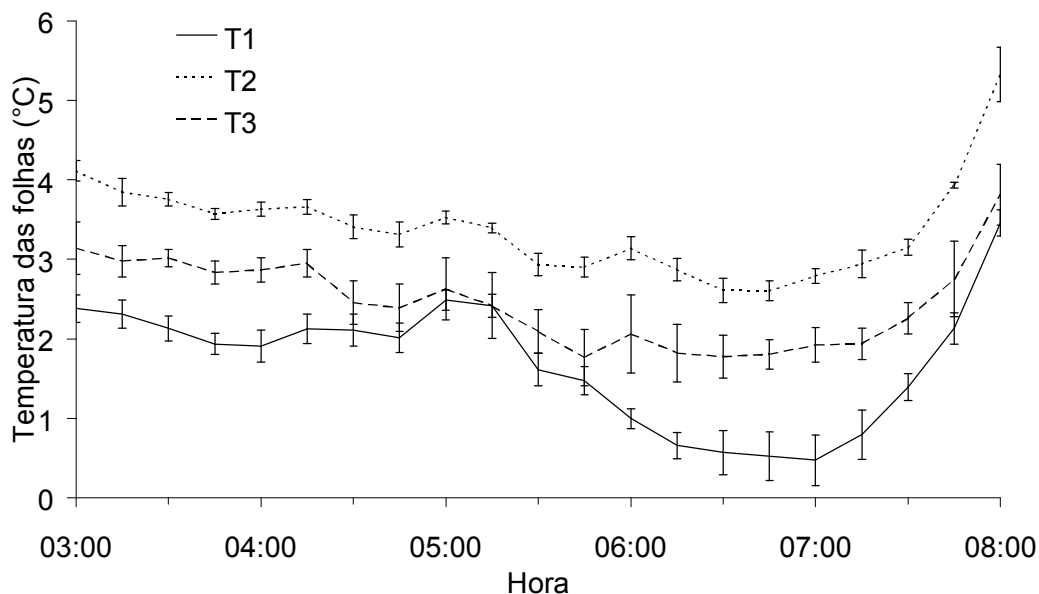
No período das 5:30 às 6:30 horas do dia 2 de setembro de 2002 foram registradas as menores temperaturas nesse dia. A temperatura mínima média das folhas na parcela testemunha (T1) foi mais baixa (diferença máxima de 0,6°C) do que na parcela com as bracatingas (T2), evidenciando que as copas das árvores forneceram alguma proteção. Nessa época as bracatingas estavam com 4,3 m de altura média e as copas cobrindo cerca de 39% da área. As médias horárias de velocidade do vento a 10 m de altura registradas na estação meteorológica próxima ficaram sempre acima de 2 m.s<sup>-1</sup>, indicando ausência de calmaria na madrugada desse dia, o que impediu uma estratificação mais definida das camadas de ar junto ao solo como ocorre tipicamente em noites de geada de irradiação. Numa noite de calmaria ou com pouco vento a estratificação térmica das camadas de ar junto ao solo é mais definida, permitindo diferenças mais acentuadas entre as temperaturas medidas na parcela testemunha e nas parcelas arborizadas.

Na Figura 1 estão os valores de temperatura média das folhas dos três tratamentos durante as horas mais frias do dia 13 de julho de 2003, quando as copas cobriam mais de 90% no tratamento T2 e em torno de 30% no T3. A maior diferença entre os tratamentos T1 e T2 foi de 2,3°C às 7:00 horas, quando a diferença entre os tratamentos T1 e T3 era de 1,5°C.

---

<sup>1</sup> Preços obtidos na internet em 04/06/04, <http://www.pr.gov.br/seab/deral/florest.xls>

Figura 1. Temperatura das folhas do cafeeiro nos tratamentos T1 (pleno sol), T2 (555 árvores.ha<sup>-1</sup>) e T3 (139 árvores.ha<sup>-1</sup>) durante as horas mais frias do dia 13 de julho de 2003. (As barras representam o erro padrão da média)



As colheitas de café avaliadas foram as do biênio 2002 e 2003. A colheita de 2002 foi a primeira após a recepa das plantas em 2000 e a produção foi pequena e desuniforme, havendo plantas que não apresentaram nenhuma produção de grãos, pois a recuperação das plantas após a recepa ocorre de maneira gradual e desigual. A colheita de 2003 foi abundante e uniforme, tendo havido produção em todas as plantas das parcelas. Na Tabela 1 estão os resultados da análise estatística dos dados de produção para o total do biênio e para os dois anos em separado.

Tabela 1. Médias de produção de café beneficiado (kg.ha<sup>-1</sup>) nos tratamentos T1 (pleno sol), T2 (555 árvores.ha<sup>-1</sup>) e T3 (139 árvores.ha<sup>-1</sup>), nas colheitas de 2002, 2003 e total do biênio.

Colheita	T1 (pleno sol)	T3 (139 árv.ha <sup>-1</sup> )	T2 (555 árv.ha <sup>-1</sup> )
2002	566 a	-	915 a
2003	7 167 a	4 606 b	1 631 c
Total do biênio	7 733 a	5 679 b	2 545 c

\* (Médias na linha com letras diferentes indicam diferença significativa pelo teste SNK a 5 %).

No ano de 2002 a produtividade dos cafeeiros sombreados foi cerca de 61% maior que a observada a nos cafeeiros a pleno sol, mas os tratamentos não se diferenciaram estatisticamente devido à grande variabilidade entre as parcelas experimentais. Não obstante, as médias mostraram um efeito positivo da arborização no período de recuperação dos cafeeiros recepados.

No ano de 2003 o efeito da arborização na produtividade dos cafeeiros foi inversamente proporcional à densidade da arborização. Os três tratamentos apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre si. As produtividades dos tratamentos sombreados T3 e T2 foram, respectivamente, 64% e 23% da observada no tratamento a pleno sol.

A diferença entre os dois tratamentos sombreados, na safra de 2003, mostrou que a redução da densidade das bracatingas favoreceu o aumento da produtividade dos cafeeiros.

Com relação à produção total no biênio 2002-2003 o comportamento dos tratamentos foi semelhante ao observado no ano de 2003, com diferenças significativas entre todas as médias. As produtividades dos tratamentos T3 e T2 foram, respectivamente, 73% e 33% da obtida no tratamento a pleno sol, diferenças menores que as obtidas na safra 2003.

## Conclusões

Com base nos resultados apresentados pode-se concluir que a arborização de cafeeiros com bracatingas é uma tecnologia viável para ser utilizada nas regiões cafeeiras sujeitas a ocorrência de geadas.

O rápido crescimento da bracatinga nas condições testadas, solo fertilizado e corrigido conforme recomendações para a cultura do cafeeiro, permite que as árvores ofereçam proteção contra geadas no primeiro ano após o plantio, principalmente se plantadas em alta densidade logo após o inverno, antes da implantação dos cafeeiros. Dessa maneira, por ocasião do inverno do ano seguinte as árvores terão tamanho suficiente para propiciar uma proteção efetiva contra as baixas temperaturas noturnas, além de reduzir as altas temperaturas no período diurno, o que deve se refletir em maior porcentagem de pegamento das mudas de café.

A redução da produção de café devido à introdução das árvores é diretamente proporcional à densidade de plantio da espécie arbórea, e a redução de 23% na produção do biênio encontrada no tratamento com densidade de 139 árvores.ha<sup>-1</sup> pode ser considerada aceitável devido à proteção contra geadas oferecida pelas árvores. Neste experimento as árvores não sofreram poda de galhos, operação que pode resultar em menor redução na produtividade do cafeeiro e fornecer alguma quantidade de lenha adicional.

## Referências Bibliográficas

- Beer, J.; Muschler, R.; Kass, D.; Somarriba, E. Shade management in coffee and cacao plantations. **Agroforestry Systems**, Dordrecht: Kluwer, v. 38, p. 139-164, 1998.
- Caramori, P.H.; Androcioli Filho, A.; Leal, A.C. Coffee shade with *Mimosa scabrella* Benth. for frost protection in southern Brazil. **Agroforestry Systems**, Dordrecht: Kluwer, v. 33, p. 205-214, 1996.
- Caramori, P.H.; Manetti Filho, J.; Leal, A.C.; Morais, H. **Geadas**: técnicas para proteção dos cafezais. Londrina: IAPAR, 2000. 36 p. (Circular, 112).
- DaMatta, F.M. Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee: a review. **Field Crops Research**, v. 86, p. 99-114, 2004.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. **Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado do Paraná**. Brasília, 1986. 89 p. (Documentos, 17).
- IAPAR. **Modelo tecnológico para o café no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1991. 15 p. (Informe da pesquisa, n. 97).
- Muschler, R.G. **Tree-crop compatibility in agroforestry**: production and quality of coffee grown under managed tree shade in Costa Rica. 1998. 219 p. Tese (Doutorado) - University of Florida.