

INDICADORES BIOFÍSICOS DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS

Paulo Henrique Caramori¹, Alex Carneiro Leal¹, Heverly Moraes², Renzo Gorreta Hugo², Carlos Armênio Kathounian¹, Leocádio Grodzki¹ e Vanderley Porfírio da Silva³

¹Pesquisador do IAPAR, Londrina, PR; ²Bolsista do Consórcio Brasileiro de Pesquisas e Desenvolvimento do Café; ³ Pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR.

A introdução ou a retirada de árvores em um ambiente agrícola ou pastoril implica em modificações sensíveis no microclima, em razão das alterações na interceptação da radiação solar incidente e conseqüente alteração dos balanços energético e hídrico. De uma maneira geral, com a introdução de árvores ocorre diminuição dos ventos, atenuação dos extremos térmicos (redução das máximas e aumento das mínimas), redução da radiação solar global e fotossintética, diminuição da radiação líquida durante o dia e redução das perdas radiativas durante a noite, minimizando os danos de geadas. A seguir, faremos uma discussão sobre as principais modificações microclimáticas que podem ocorrer nos sistemas e suas conseqüências sobre a produtividade. Os comentários e resultados aqui apresentados são frutos das experiências dos autores e não representam uma exaustiva revisão sobre o tema.

Efeitos sobre a radiação solar e a temperatura

A radiação solar global, que envolve todos os comprimentos de onda do espectro solar, é a fonte primária de energia para todos os processos biológicos que ocorrem na superfície da terra. As espécies vegetais se adaptaram ao regime radiativo regional ao longo dos anos, ajustando a sua fisiologia para operar de acordo com as demandas decorrentes do potencial energético. O homem, ao disseminar as espécies, forçou a sua readaptação a ambientes aos quais nem sempre ela se adaptou durante o processo evolutivo. Por exemplo, no caso da espécie *Coffea arábica* (café) cultivado a pleno sol verifica-se, em anos de alta produtividade, que o potencial de produção é muito maior do que a planta consegue suprir sem o auxílio de grande quantidade de insumos e água. Em condições de total exposição à radiação solar, a planta é estimulada a produzir plenamente, arriscando-se a se depauperar caso não tenha os nutrientes necessários para atender a demanda dos frutos. Por outro lado sob sombreamentos densos, provocados por espécies de copas frondosas, com sistemas radiculares superficiais e em altas populações, pode haver severa quebra de produtividade nas espécies associadas de menor porte, devido principalmente à intensa competição por luz. A espécie de porte mais elevado, ao interceptar a radiação solar incidente, absorve os comprimentos de onda que são utilizados na fotossíntese, deixando passar parte do infravermelho (WILLEY, 1975). Assim, as plantas que estão localizadas dentro da área sombreada recebem luz de baixa qualidade para a fotossíntese, com reflexos negativos sobre o seu potencial produtivo.

O dossel formado pelas árvores de porte dominante exerce cobertura parcial ou total sobre as demais, interceptando parte da radiação que chega à superfície durante o dia, mas também as perdas noturnas serão evitadas pelo anteparo que impede a superfície do solo e as plantas do extrato inferior de se resfriarem. A melhor forma de quantificar esta interferência é por meio da medição da radiação líquida disponível entre as copas das plantas do extrato inferior e das árvores de sombra. Esta energia é medida por instrumentos denominados radiômetros líquidos ou saldo radiômetros. A radiação líquida é a energia que será utilizada nos processos de evaporação, transpiração, aquecimento do ar e do solo, fotossíntese e sínteses bioquímicas.

Durante o dia, grande parte desta energia líquida disponível é utilizada na evapotranspiração (calor latente) e no aquecimento do ar e do solo (calor sensível). Durante a noite, a superfície aquecida perde calor continuamente, resfriando-se principalmente pelos processos de radiação e condução. Quanto mais exposto a céu aberto e quanto menor for o teor de umidade atmosférica, mais intensa será a perda radiativa. As árvores e suas copas acima dos cafeeiros funcionam como anteparos que interceptam a radiação emitida pela superfície e a

emitem de volta, impedindo o excesso de resfriamento noturno. Assim, em noites com geadas, as temperaturas das folhas das plantas protegidas podem permanecer entre 1 e 4°C mais elevadas do que o ambiente externo totalmente exposto a céu aberto (CARAMORI et al., 1999). No Paraná, os estudos com sistemas agroflorestais em lavouras de café foram enfocados sob o ponto de vista de controle de geadas. Experimentos conduzidos pela equipe do IAPAR e publicados no período de 1985 a 2004 evidenciaram que a proteção temporária, durante a fase de formação, com espécies de hábito anual e arbustivo, e a proteção permanente, com uma população relativamente pequena de árvores, possibilitou a proteção contra geadas ocorridas nas últimas décadas (CARAMORI et al., 1987; CARAMORI et al., 1995; CARAMORI et al., 1996; CARAMORI et al., 1997; CARAMORI & MORAIS, 1999; CARAMORI et al., 1999; CARAMORI et al., 2001; MORAIS et al., 2003; MORAIS et al., 2004). A copa das espécies de porte mais alto reduz a velocidade de perda de calor por irradiação nas noites de geada, dificultando o abaixamento da temperatura ao nível necessário para causar dano.

Durante o dia, a redução da temperatura nos períodos mais quentes é bem mais pronunciada. A temperatura máxima das folhas de café em ambiente arborizado com guandu foi de até 10°C menor que a temperatura das folhas de cafeeiros expostas a pleno sol (MORAIS et al., 2003).

Efeitos sobre o balanço hídrico

Os efeitos sobre o balanço hídrico dependem das características da espécie, incluindo sistema radicular, hábito de crescimento, uso de água, da densidade de plantio e do balanço hídrico regional. Espécies que têm alto consumo hídrico, com sistema radicular localizado na mesma faixa de absorção da espécie associada e em regiões de balanço hídrico desfavorável podem causar competição severa por água. Por outro lado, espécies com sistema radicular pivotante e profundo, com boa eficiência de uso de água e em densidades adequadas podem contribuir para atenuar o microclima dentro do dossel, reduzindo a demanda hídrica da espécie associada e até atenuando o problema do déficit hídrico. A distribuição da água no perfil do solo tende a se alterar em relação aos padrões observados a pleno sol. Em condições de sombreamento denso ou sob as copas das árvores, a camada superficial do solo (cerca de 0 a 10 cm), normalmente coberta pelos restos vegetais, apresenta-se mais úmida (MORAIS et al., 2004). Nas camadas mais profundas este comportamento é variável e altamente dependente da espécie, densidade e disponibilidade hídrica. Em estudos comparativos com algumas espécies, verificamos que a grevilea e a bracatinga apresentam baixa competitividade com cafeeiros, enquanto que a leucena, em períodos secos prolongados e sob altas densidades pode provocar estresses acentuados à espécie associada. Neste aspecto, espécies que perdem as folhas e entram em senescência durante o período mais seco do ano são interessantes para reduzir a competição hídrica.

Efeito sobre os ventos

O vento é uma importante variável envolvida na produtividade das culturas em geral. No caso do cafeeiro, que é uma planta de baixa tolerância aos ventos, ocorrem prejuízos na fotossíntese com velocidade acima de 2 m/s (CARAMORI et al., 1984) e danos mecânicos nas folhas, que são portas de entrada para fungos e bactérias. Ventos excessivos aumentam a transpiração, podendo agravar problemas de deficiência hídrica em épocas secas ou de grande demanda.

Tanto a associação de árvores distribuídas, como em renques contribui para reduzir os ventos extremos, criando um microclima mais favorável. Resultados obtidos por SILVA (1998) com um sistema silvipastoril de grevilea e brachiaria mostraram que a introdução de renques espaçados de cerca de 25 metros contribuiu para formar um microclima mais ameno no interior da pastagem, que resultou em melhor qualidade do pasto e aumento do conforto térmico animal. Quando se faz a opção por renques, alguns cuidados são necessários. O primeiro passo é identificar a direção predominante dos ventos. Existem duas situações práticas: os ventos frios de inverno, que na região Sul do Brasil normalmente têm direção predominante de Sudoeste e Sul; e o vento

predominante ao longo do ano, que tem direção variável de acordo com a região e configurações regionais do relevo. Os renques devem ser instalados de preferência em direção perpendicular aos ventos que prejudicam a lavoura. A produção efetiva dos renques diminui progressivamente com a distância entre os renques, sendo reportada em distâncias de até dez vezes a altura (LEAL, 1986), mas, em regiões frias, deve-se manejar a parte inferior das árvores, abrindo-se canais para permitir a drenagem do ar frio, evitando-se assim danos à lavoura.

Efeitos na produtividade do sistema

A associação de árvores com lavouras agrícolas ou pastos pode resultar em competição, dependendo das características das espécies, densidade de sombreamento e manejo da copa. Em geral, na área de influência da copa da espécie de porte mais alto, há maior competição por luz, podendo resultar em perda de produção da espécie de porte inferior, mas essa perda pode ser compensada pelo aumento de produção na área fora da projeção da copa, ou em anos que sucedem geadas e pela maior estabilidade da produção (CARAMORI et al., 1995). Observações de Ângelo Paes de Camargo (comunicação pessoal, 1997) e dados experimentais como os apresentados por BAGGIO et al. (1997) indicam que rendimentos mais estáveis podem ser obtidos com 25 a 35% de sombreamento de lavouras de café. O número máximo de árvores para se chegar a esse nível de sombra depende da(s) espécie(s) e do seu manejo.

A literatura produzida na América Central também indica janelas de luz variáveis entre 20 e 60% da radiação fotossinteticamente ativa para produção de café em SAFs. Sombras muito homogêneas, ainda que parciais, podem resultar em uma luz de baixa qualidade, pela retirada dos comprimentos de onda mais ativos na fotossíntese (WILLEY, 1975). Os resultados experimentais de CARELLI et al. (2001) com coberturas de sombrite evidenciaram redução de produção em cafeeiros da cultivar Obatã com até 30% de sombreamento. Assim, melhor efeito se deve obter de sombras que permitam a entrada de fachos de luz não filtrados. Sombreamentos densos provocam grandes quebras de produção, inviabilizando o cultivo econômico (CARAMORI et al., 1987; MORAIS et al., 2003).

No caso da proteção contra geada, a questão se inverte, e a preocupação passa a ser sobre o número mínimo de árvores necessárias para se conseguir o nível de proteção desejado. Em uma área onde não ocorreram geadas durante o período experimental, BAGGIO et al. (1997) observaram que, com até 70 árvores de grevilea/ha não houve quebra de produção de café. Já em uma área sujeita a geadas freqüentes, CARAMORI et al. (1996) obtiveram máxima produção de café associado com 250 árvores de bracinga/ha distribuídas no cafezal.

Efeitos dos SAFs na qualidade dos produtos obtidos

Dependendo das condições térmicas e hídricas e da localização geográfica, as plantas em geral apresentam um comportamento fenológico típico ao longo do ano (CAMARGO & CAMARGO, 2001). Havendo suprimento de nutrientes de acordo com a demanda da planta, os frutos passarão por um processo normal de desenvolvimento e maturação (PEZZOPANI et al., 2003), com todo o potencial para se obter um produto de boa qualidade. Entretanto, sob condições de pleno sol e produção elevada, a ocorrência de excesso de temperatura e deficiência hídrica podem provocar a má formação dos grãos, resultando em menor tamanho e elevada porcentagem de chochos e mal granados, com quebra no rendimento. Em um estudo de arborização de café com guandu, realizado no ano 2001/2002, no Paraná, em que as temperaturas e a deficiência hídrica foram elevadas, o sombreamento moderado contribuiu para reduzir o excesso de radiação e a temperatura no interior do cafezal, reduzindo o número de grãos chochos e mal formados e melhorando significativamente a renda de benefício (CRUZ et al., 2002). Os efeitos positivos de temperaturas amenas sobre características de qualidade do café como acidez, aroma, corpo e outros foram demonstrados por ANDROCIOLI FILHO et al. (2002).

No cafeeiro a pleno sol, o amadurecimento é forçado pelo excesso de radiação solar e temperatura, não propiciando ao fruto desenvolver as propriedades organolépticas que conferem

qualidade à bebida. Não é raro observarem-se frutos que passam rapidamente do estágio de verde a maduro, sem o devido acúmulo de massa necessário para a sua formação adequada, ocasionando elevado número de grãos chochos, malformados e com peneiras baixas. Ao reduzir o excesso de produção e desacelerar o processo de maturação, uma arborização bem manejada pode atenuar esses problemas e propiciar a colheita de grãos melhor formados, de peneiras maiores e com melhor qualidade de bebida.

Em pastagens, o excesso de temperatura e radiação também pode levar a uma deterioração na qualidade e palatabilidade da forrageira. Resultados de SILVA (1998) evidenciaram que sob condições de sombreamento moderado de renques de grevilea houve uma sensível melhora na qualidade de uma pastagem de brachiaria no Noroeste do Paraná. Este efeito foi ainda mais crítico durante o inverno, em que a pastagem sem árvores foi atingida por geadas e a pastagem arborizada foi protegida, permanecendo em condições de vegetar.

Características de espécies para utilização em SAFs

A escolha das espécies de árvores a implantar em Sistemas Agroflorestais é um ponto central para o sucesso desta prática. O primeiro critério é definir o problema climático principal a ser atenuado. Onde a geada é a preocupação maior, é essencial que a espécie de porte mais elevado mantenha a copa bem enfolhada no inverno e que tenha um crescimento rápido. Nas regiões com menor risco de geadas onde a seca no inverno é mais pronunciada, e, portanto, o risco de competição por água é maior, devem-se preferir espécies que perdem suas folhas no inverno.

O segundo critério é qual o produto prioritário para geração de renda ao produtor. Se o componente agrícola (produção de grãos ou frutos) é o foco exclusivo, a preferência em geral recai sobre as leguminosas, porque a fixação de N que elas realizam contribui para reduzir o custo de produção. Se o produtor vê no SAF uma oportunidade para diversificar fontes de renda, a prioridade vai para árvores cujos produtos têm valor de mercado em sua região, podendo recair em frutíferas, árvores para serraria etc. Do ponto de vista de manutenção da biodiversidade e para a diminuição do risco de insucesso da exploração, o plantio de várias espécies é mais indicado, mas o manejo se torna mais complexo.

Além da escolha da(s) espécie(s), o efeito sobre a espécie agrícola depende do número de árvores, da forma da copa, da densidade da sombra e do manejo das podas. A título de ilustração, apresentamos a seguir alguns resultados sobre o cafeeiro dos nossos experimentos com grevilea, leucena, bracatinga e guandu.

Resultados da experimentação com arborização de café conduzidos no Paraná

Tendo em vista a necessidade imediata de proteger os cafeeiros contra a geada, trabalhamos com espécies de crescimento rápido, como a bracatinga e o guandu, que podem ser combinados com espécies de maior valor madeireiro, porém de crescimento mais lento. Tanto o guandu (CARAMORI et al., 1999) quanto a bracatinga (CARAMORI et al., 1996) se mostraram excelentes alternativas para proteção inicial do cafezal.

A bracatinga, por ser uma espécie subtropical, adapta-se bem às regiões de climas mais amenos, com temperatura média anual inferior a 22°C e altitudes superiores a 500m, característicos das áreas ao sul da região cafeeira do Paraná. Apresenta a vantagem de rápido crescimento, chegando a crescer 4 metros no primeiro ano. Possui o inconveniente de se quebrar com facilidade quando plantada muito isolada e tem longevidade limitada (5 a 8 anos) fora do seu ambiente ideal. É uma espécie melífera e tem elevado poder calorífico, sendo excelente opção para produção de lenha e carvão.

Experimentos conduzidos com a grevilea também mostraram excelentes resultados. A grevilea possui sistema radicular pivotante e profundo e, nos experimentos de campo, demonstrou apresentar baixa competição com os cafeeiros. Sua copa pouco densa permite a passagem de luz direta durante períodos do dia, diminuindo também a competição devido a este fator. Nossos

resultados mostram que uma população de 50 a 70 árvores por hectare não diminui a produção de café, mesmo na ausência de geadas. Proteção efetiva contra geadas foi obtida com populações a partir de 70 árvores adultas por hectare, após a geada de 1994 (BAGGIO et al., 1997).

Espécies leguminosas que toleram podas, como a *Leucaena leucocephala* e *Leucaena diversifolia*, propiciam biomassa para rápida reciclagem de nutrientes e melhoria das propriedades físicas dos solos e apresentam ainda a vantagem de fixar nitrogênio atmosférico. Experiências com essas duas espécies conduzidas no IAPAR tiveram bons resultados em termos de reposição de matéria orgânica do solo e reciclagem de nutrientes, em solos argilosos com balanço hídrico favorável. Essas leucenas podem ser podadas até três vezes ao ano, entre setembro e janeiro, permanecendo em crescimento livre o restante do ano para sombra e proteção contra geadas no inverno. As leucenas apresentam também o inconveniente de produzir muitas sementes, que germinam e exigem ao menos uma capina por ano para eliminação da sementeira. Em áreas onde a deficiência hídrica é um problema, a leucena pode ser contra-indicada, pois é bastante competitiva por água.

O consórcio do cafezal com seringueira também é uma prática altamente viável. O plantio de seringueira em uma lavoura de café em solo arenoso do Noroeste do Paraná em fase de depauperamento propiciou a recuperação do cafezal, que proporcionou produtividades econômicas até o sexto ano, aumentou o crescimento e reduziu o tempo para início de sangria de clones de seringueira (PEREIRA et al., 2001).

O consórcio com algumas espécies frutíferas é outra alternativa que pode agregar renda ao produtor e diversificar a produção. Nossos experimentos de consorciação de café com banana têm mostrado que a bananeira, desde que bem manejada, pode ser uma excelente opção. O plantio de 3 a 4 covas de bananeira nanica, espaçadas a cada 6 a 8 metros, no município de Porecatu, PR, contribuiu para amenizar o microclima e reduzir o depauperamento do café em um período quente e seco. Neste caso, deve-se conduzir as touceiras de bananeira, eliminando-se a brotação e permitindo o surgimento de um novo rebentão após a colheita do cacho e corte da planta mãe.

Para a implantação de novos cafezais, a melhor técnica de que dispomos atualmente é o plantio em túneis de guandu, cujo pioneiro foi o agricultor Américo Figueiredo Netto, no município Abatiá, na década de 1980. Inicialmente o guandu foi idealizado como alternativa à cobertura das covas com madeira, praticada nos plantios pioneiros, como alternativa para exercer sombra sobre os cafeeiros na fase de implantação, através da formação de um túnel resultante do cruzamento das hastes de guandu sobre a linha de café. Com o passar do tempo, observou-se que esta tecnologia apresenta a vantagem de melhorar o pegamento das mudas, além de outras que serão descritas em seguida.

Em experimentos conduzidos em Londrina, Abatiá e Jesuítas, as temperaturas das folhas do café em noites frias foram entre 2 e 4°C mais elevadas na área protegida com guandu, indicando que geadas com temperaturas negativas até esses valores não afetariam o cafeeiro. A geada queima as folhas do guandu, mas o cafeeiro sob o túnel é protegido. Durante o dia, a temperatura máxima do ar foi até 7°C mais amena sob o guandu, provocando uma menor taxa de transpiração e, conseqüentemente, maior índice de pegamento das mudas, reduzindo custos com replantio e irrigação. O sombreamento também inibe a proliferação de ervas, reduzindo as necessidades de capina, e diminui a infestação de pragas.

A eliminação do guandu deve ser gradual, para o cafezal ir se ajustando ao novo nível de luz, mas o melhor calendário para a eliminação ainda não foi definido. Aparentemente, há vantagens em implantar árvores de crescimento mais lento, junto com as mudas de café, e ir eliminando o guandu à medida que ele for morrendo naturalmente, três a quatro anos após o plantio.

Análise dos efeitos da queima de bracatinga para cultivo agrícola

Realizamos um estudo para analisar as modificações ambientais que ocorrem, após o processo de queima, em um talhão de sistema agroflorestal tradicional de cultivo de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.), na Região Metropolitana de Curitiba, Paraná (GRODZKI, 2000). O estudo constituiu-se de: i) avaliação micrometeorológica de uma área florestada com bracatinga de aproximadamente 3 anos e uma área adjacente após a exploração da bracatinga, com idade

de 7 anos; ii) quantificação dos resíduos vegetais na área explorada; iii) avaliação do balanço energético e do comportamento do fogo; iv) análise dos macronutrientes antes e depois da queima dos resíduos vegetais; v) identificação das espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas regeneradas após o fogo e vi) regeneração da bracinga após a queima.

As avaliações realizadas indicaram uma quantidade média de material combustível ao redor de $24,9 \text{ t.ha}^{-1}$, sendo 4,2% de material verde; 39,9% de serapilheira; 12,3% de material lenhoso até 0,7 cm de diâmetro; 29,4% entre 0,7 cm e 2,5 cm; 14,1% entre 2,6 e 7,6 cm e 0,5% acima de 7,6 cm de diâmetro.

Após a queima a quantidade de material combustível residual ficou em $8,5 \text{ t.ha}^{-1}$, sendo a maior fração correspondente à serapilheira (36,9%). Em média foram queimados 66,20% do material combustível. A intensidade média do fogo foi de $384,0 \text{ Kcal.m}^{-1}.\text{s}^{-1}$ e o calor liberado por unidade de área atingiu $9367,9 \text{ Kcal.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. O tempo de residência médio do fogo foi de 12 segundos.

A temperatura do ar a 1 cm do solo atingiu, durante a queima, um valor máximo de 600°C . Para alturas maiores (60 e 160 cm), os valores máximos foram de 287°C e 94°C , respectivamente. As medidas de temperatura do solo mostraram que a 2,5 cm de profundidade houve elevação de 23°C para 24°C , indicando que a queima não afetou a atividade biológica pela ação da temperatura.

As medidas de amplitude térmica entre as áreas descoberta e com bracinga mostraram uma diferença aproximada de 2°C , com maiores valores para a área aberta. Os fluxos de energia medidos na área aberta mostraram que, num dia ensolarado, 80,9% da energia recebida foi transformada em fluxo de calor latente (energia gasta para a evaporação), 11,6% foram usados para o fluxo de calor sensível (energia gasta para o aquecimento do ar) e 7,4% foram para o fluxo de calor no solo (aquecimento do solo).

As análises de nutrientes do solo após a queima evidenciaram um acréscimo no pH, P, Mg, Ca, K e um conseqüente decréscimo do Al^{+++} , situação que tendeu voltar ao normal 3,5 meses após a queima. Das 32 espécies vegetais que se instalaram após a queima dos resíduos, 14 eram herbáceas e 18 arbustivas e/ou arbóreas. As de maior frequência foram *Panicum sabulorum*, *Cyperus hermaphroditus* e *Imperata brasiliensis*. Dentre as arbóreas e/ou arbustivas, além da *Mimosa scabrella*, foram observadas *Solanum megalochiton*, *Palicourea* sp e *Psychotria* sp. A análise da regeneração da bracinga mostrou que a maior emergência das plântulas ocorreu 15 dias após a queima, caindo significativamente aos 30 dias e reduzindo-se a praticamente zero aos 115 dias.

Referências Bibliográficas

ANDROCIOLI FILHO, A., LIMA, F. B., TRENTO, E. J., CARNEIRO FILHO, F., CARAMORI, P. H., SCHOLZ, M. B. S. Caracterização da qualidade bebida dos cafés produzidos em diversas regiões do Paraná. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 3. Porto Seguro, BA., 2003. Brasília, DF. Consórcio Brasileiro de Pesquisa e desenvolvimento do Café, 2003.

CARAMORI, P.H., OMETTO, J.C.; VILLA NOVA, N. A., Costa, J. D. Caracterização dos efeitos do vento sobre mudas de *Coffea arabica* L. C.V. Mundo Novo e Catuaí. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília: 1984.

CARAMORI, P. H., MANETTI FILHO, J., FARIA, R. T., ANDROCIOLI FILHO, A. Arborização do cafeeiro com *Leucaena leucocephala* para proteção contra geadas. In: V Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Anais do V Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Belém: 1987.

CARAMORI, P. H., MORAIS, H. Proteção de cafezais contra geada através do plantio intercalar de espécies anuais In: XI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia e II Reunião Latino-Americana de Agrometeorologia, 1999, Florianópolis. XI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia e II Reunião Latino-Americana de Agrometeorologia. Campinas - SP: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1999. p.380 – 380.

CARAMORI, P. H. Arborização dos Cafezais Para Proteção Contra Geadas Na Região Sul do Brasil. In: 7a. Reunión Argentina y 1a. Latinoamericana de agrometeorología. Actas da 7a. Reunión Argentina y 1a. Latinoamericana de agrometeorología. Buenos Aires, Argentina: 1997. p.17 – 18.

CARAMORI, P. H., ANDROCIOLO FILHO, A., BAGGIO, A. Arborização do cafezal Com *Grevilea Robusta* no Norte do Estado do Paraná. Arquivos de Biologia e Tecnologia, Instituto Paranaense de Tecnologia - TECPAR, v.38, n.4, p.1031 - 1037, 1995.

CARAMORI, P. H., ANDROCIOLO FILHO, A., LEAL, A. C. Coffee shade with *Mimosa scabrella* Benth. for frost protection in southern Brazil. Agroforestry Systems, v. 33, p. 205-214, 1996.

CARAMORI, P. H., LEAL, A. C., MORAIS, H. Temporary shading of young coffee plantations with pigeonpea (*Cajanus cajan*) for frost protection in southern Brazil. Revista Brasileira de Agrometeorologia. Santa Maria: v.7, n.2, p.1 - 4, 1999.

CARAMORI, P. H., MORAIS, H., ANDROCIOLO 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, Vitória ES. Resumos do II Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. Brasília DF: Embrapa Café, 2001. p.23 – 23.

CARAMORI, P. H. Uso de arborização para modificação do ambiente em cafezais In: I Simpósio Brasileiro de Fixação de Carbono em Sistemas Agrícolas e Florestais, 2003, Londrina. I Simpósio Brasileiro sobre Fixação de Carbono em Sistemas Agrícolas e Florestais (CD ROM). Londrina: Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), 2003.

CAMARGO, A. P.; CAMARGO, M. B. P. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. Bragantia. Campinas, SP: v.60, n.1, p.65 - 68, 2001.

CRUZ, R. F. R., GORRETA, R., CARAMORI, P. H., MORAIS, H. Efeito da arborização com guandu na primeira produção de café no norte do Paraná In: Anais do III Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. Porto Seguro: Embrapa Café, 2003. v.1.

GRODZKI, L. Efeitos do fogo sobre variáveis micrometeorológicas em uma floresta de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) manejada sob o sistema agroflorestal, em Colombo, PR. 2000. Tese de Doutorado (Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

LEAL, A. C. Quebra-ventos arbóreos: aspectos fundamentais de uma técnica altamente promissora.. Publicação Seriada. Londrina:IAPAR, 1986.

MORAIS, H., MARUR, C. J., CARAMORI, P. H., RIBEIRO, A. M. A., GOMES, J. C. Características fisiológicas e de crescimento de cafeeiro sombreado com guandu e a pleno sol. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília: v.38, n.10, p.1131 - 1137, 2003.

MORAIS, H., MEDRI, M., CARAMORI, P. H., MARUR, C. J., RIBEIRO, A. M. A. Leaf anatomy of *Coffea arabica* grown under the shade of Pigeonpea (*Cajanus cajan*) and under full sun. Brazilian Archives of Biology and Technology (no prelo). Curitiba: 2003.

MORAIS, H., CARAMORI, P. H., RIBEIRO, A. M. A., GOMES, J. C. Microclimatic characterization and productivity of coffee shaded with pigeonpea in southern Brazil. Pesquisa Agropecuária Brasileira (no prelo). Brasília: 2004.

PEREIRA, J. P., ANDROCIOLO FILHO, A., LEAL, A. C., RAMOS, A. L. M.

Consociação da seringueira e cafeeiro em fase terminal: Efeito no desenvolvimento vegetativo da seringueira e produção do cafeeiro. In: II Simposio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. Vitória: Embrapa Café, 2001.

PEZZOPANE, José Ricardo Macedo, PEDRO JR, Mario José, THOMAZIELLO, Roberto Antonio, CAMARGO, M. B. P. Escala para avaliação de estdios fenológicos do cafeeiro arábica. Bragantia. Campinas, SP: v.62, n.3, p.499 - 505, 2003.

SILVA, V. P. Modificações microclimáticas em sistema silvipastoril com *Grevillea robusta* A. Cunn. Ex. R. Br. na região noroeste do Paraná. 1998. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.