





## Capítulo 14

# O Café Conilon em Sistemas Agroflorestais

Fábio Murilo DaMatta, Cláudio Pagotto Ronchi,  
Eduardo Ferreira Sales e João Batista Silva Araújo





## 1. INTRODUÇÃO

Dentre cerca de 100 espécies de *Coffea* descritas (FAZUOLI, 1986), *Coffea arabica* L. (café arábica) e *Coffea canephora* Pierre (café robusta) são as únicas com expressão econômica no mercado mundial. Nos últimos anos, a produção do café robusta vem aumentando, comparativamente, mais que a do arábica: em 1985, cerca de 25% da produção mundial de café era derivada do café robusta e, em 2005, esse percentual elevou-se para cerca de 38%. No Brasil, e particularmente no Espírito Santo, a produção de café robusta é originária da variedade *kouillou*, popularmente conhecida como Conilon.

Nativo de regiões tropicais da África, tanto o café arábica como o robusta evoluíram como espécies lenhosas de sub-bosque. As primeiras plantações de café arábica foram, portanto, conduzidas sob sombreamento, por meio de consórcio com árvores de maior porte, com a finalidade de simular o habitat natural da cultura. Em muitas situações, entretanto, cafezais a pleno sol podem produzir mais que aqueles sombreados (FOURNIER, 1988; BEER et al., 1998). Como consequência, o sombreamento foi abandonado como uma prática cultural regular em muitas regiões do mundo. No Brasil, por exemplo, isso ocorreu a partir da década de 60. Nessa mesma época, implantaram-se as primeiras lavouras comerciais de café conilon no Brasil, no Estado do Espírito Santo, sem a adoção de sombreamento.

A principal região produtora de café conilon no Brasil se concentra no norte do Espírito Santo. Em boa parte dessa região, há expressivo déficit hídrico anual, que, aliado à distribuição irregular de chuvas, promove um período seco, que se estende por aproximadamente cinco meses, coincidindo com a estação fria (SIAG, 2006). É comum, também, a ocorrência de veranicos associados a temperaturas que se aproximam de, podendo eventualmente ultrapassar, 40°C durante a fase crítica de enchimento de grãos, levando a quedas significativas na produtividade das lavouras naquela região, devido ao elevado grau de chochamento dos grãos. Ademais, os solos da região são rasos, de texturas predominantemente de média a arenosa, com baixa fertilidade natural, e apresentam baixa capacidade de retenção da água. Essas condições, aliadas à ocorrência de ventos fortes e à elevada taxa evapotranspiratória, impõem à cafeicultura a necessidade de utilização da irrigação, o que contribui para a elevação do custo de produção do café. Além disso, o desmatamento indiscriminado ocorrido nas últimas décadas tem desprotegido as encostas, favorecendo o processo de erosão e reduzindo a vazão dos rios nos períodos mais secos, levando, muitas vezes, à indisponibilidade de água para a irrigação.

Os fortes ventos nordeste e sudeste, que normalmente ocorrem no final do período da seca (agosto), têm proporcionado prejuízo intenso à cafeicultura do Espírito Santo. Nesse período, as lavouras não-irrigadas, debilitadas pela colheita e poda e pelo longo período de déficit hídrico (abril a agosto), sofrem expressivo desfolhamento, tornando-se menos produtivas e longevas. Esses fatores, somados às freqüentes oscilações do preço do café e à pressão da sociedade por uma cafeicultura mais sustentável, têm redirecionado a visão do cafeicultor quanto à condução de sua lavoura, principalmente para os aspectos relacionados à utilização de espécies perenes que possam ser consorciadas com o café, visando-se ao aumento da rentabilidade por área cultivada e à minimização dos efeitos adversos do clima (particularmente seca, altas temperaturas e ventos) sobre a lavoura. Nesse contexto, na região de

plântio de café conilon no norte do Espírito Santo, o cultivo consorciado tem-se tornado uma prática cada vez mais comum. Consórcios de café conilon com fruteiras (mamoeiro e coqueiro), com espécies florestais de alto valor econômico de sua madeira (cedro australiano e teca) e com seringueira têm sido praticados desde a década de 80. Registre-se que o café é uma mercadoria bastante vulnerável às flutuações de preço no mercado internacional, e seguramente a diversificação é uma estratégia para manter ou melhorar o equilíbrio econômico da propriedade.

Até há pouco tempo, o café conilon era considerado um “café marginal”, que, aliado à pequena quantidade produzida, não contava com o mesmo nível de tecnologia desenvolvido para o café arábica. Portanto, grande parte das informações de pesquisas hoje disponíveis ainda diz respeito ao café arábica. Neste capítulo, algumas informações sobre o café arábica, presumivelmente extrapoláveis para o conilon, são exploradas, procurando-se, sempre que possível, inserir resultados originalmente obtidos com o Conilon. Procurou-se fornecer subsídios ao técnico e ao cafeicultor para a tomada de decisões mais fundamentadas sobre a adoção de consórcios (sistemas agroflorestais) como uma alternativa promissora à monocultura do café conilon.

## 2. CONSÓRCIOS: SOMBREAMENTO, ARBORIZAÇÃO E SISTEMAS AGROFLORESTAIS

No Espírito Santo, o cultivo do café conilon vinha sendo tradicionalmente feito sem a associação com outras culturas arbustivas ou arbóreas. Por outro lado, é bastante comum, especialmente em pequenas e médias propriedades, o plantio de culturas anuais entre as linhas do cafezal, visando-se ao uso mais racional do solo durante a fase de formação da lavoura. Isso permite melhor nível de subsistência e a geração de renda adicional para o produtor, com conseqüente redução dos custos de implantação do cafezal. Não obstante, uma vez que a lavoura esteja formada, o consórcio do café com culturas anuais é impraticável, pelo menos nos espaçamentos atualmente recomendados.

A associação de cafeeiros com outras árvores pode ser entendida como um consórcio de culturas perenes, mas recebe denominações diferentes, como “sistema agroflorestal” (SAF) ou “arborização do cafezal”. Os SAFs são formas de uso e manejo dos recursos naturais nas quais espécies perenes (árvores, arbustos, palmáceas) são utilizadas em associação com cultivos agrícolas ou com animais no mesmo terreno, de maneira simultânea ou numa seqüência temporal (MONTAGNINI, 1992). Outras definições (DUBOIS; VIANA; ANDERSON, 1996) consideram que o SAF deve apresentar pelo menos uma espécie florestal e que a associação do cafeeiro com citros, bananeira ou cacauieiro seria meramente um consórcio de culturas agrícolas. A definição mais ampla de Montagnini (1992) permite considerar o consórcio do café conilon com coqueiro, por exemplo, como um SAF e uma melhor aproximação da realidade da cafeicultura no Espírito Santo, onde o café conilon pode ser encontrado em consórcio com espécies de interesse agrônômico.

O uso dos termos “árvores de sombra” ou “sombreamento do café” não permite um entendimento correto do SAF em que o café está inserido, ou pode causar um entendimento restrito somente ao aspecto sombreamento, *per se*. Por outro lado, o termo “arborização do cafezal”, empregado para indicar um sombreamento esparso, abrangendo uma cobertura aproximada de 20% a, no máximo, 50% do terreno, pode ser mais adequado, na medida em que outros objetivos, como produção de

látex, frutas ou madeira, com as árvores associadas ao café, são também contemplados. O sombreamento do cafezal não seria, pois, o objetivo único, mas, nesse caso, a diversificação da produção assume, também, papel de destaque. O mesmo pode ser aplicado aos quebra-ventos, haja vista que as árvores interferem nos cafeeiros próximos, sombreando-os e, assim, reduzindo a queda de folhas e flores e a incidência de doenças como *Phoma*, mas também podendo gerar produtos adicionais para o agricultor. Registre-se, no entanto, que o termo “sombreamento” é bastante usual, mesmo no meio técnico, e será, pois, usado ao longo deste capítulo, mas num sentido mais amplo, de SAF. Em suma, a adoção de SAFs deve gerar um sombreamento moderado, melhorando a sustentabilidade do ambiente e aumentando a estabilidade da produção do cafezal, seja pela atenuação de condições potencialmente estressantes e conseqüente esgotamento das lavouras a pleno sol, seja pelas condições microclimáticas mais apropriadas à produção, além de permitir ao produtor a obtenção de produtos outros além do café.

### 3. ASPECTOS BIÓTICOS

A seleção adequada e o gerenciamento de espécies de sombra permanentes podem reduzir a necessidade de mão-de-obra para o controle de plantas daninhas de forma considerável. O sombreamento pode alterar a composição das espécies invasoras, permitindo a propagação de espécies menos agressivas (plantas daninhas de folhas largas), resultando em menor competição com os cafeeiros. Além disso, dados obtidos na Costa Rica demonstram que o crescimento de plantas daninhas em cafezais foi virtualmente eliminado sob mais de 40% de sombreamento homogêneo da lavoura. A economia resultante da redução quase absoluta nos custos de controle das plantas daninhas foi o dobro dos custos com a manutenção das árvores de sombra, podadas duas vezes ao ano (MUSCHLER, 1997).

Além de reduzir a incidência de plantas daninhas, o sombreamento reduz também a incidência de cercóspora (*Cercospora coffeicola*), de *Phoma* e de bicho-mineiro (*Perileucoptera coffeella*), mas tem efeito oposto sobre a incidência da broca do café (*Hypothenemus hampei*) e da ferrugem (*Hemileia vastatrix*).

A manutenção de altos níveis de matéria orgânica no solo em sistemas agroflorestais ajuda a estabilizar as populações de nematóides (*Meloidogyne* e *Pratylenchus* spp.) abaixo do nível crítico para a cultura do café (ARAYA, 1994). Ao mesmo tempo, a redução de estresses ambientais, devido ao sombreamento, promove incremento na tolerância do cafeeiro a nematóides. Entretanto, a escolha errônea da espécie a ser utilizada para o sombreamento poderia resultar em efeito contrário, como se observa com *Inga* spp., que pode ser hospedeira alternativa para nematóides infestadores de cafeeiros (ZAMORA; SOTO, 1976).

Outro aspecto importante do sombreamento do café em SAFs reside no aumento da biodiversidade, na medida em que se preserva a alta diversidade de organismos, como pássaros, artrópodes, mamíferos e orquídeas. Mais recentemente, o uso de árvores no seqüestro do carbono tem sido proposto como um meio para aumentar a renda dos cafeicultores (ALVARENGA; MARTINS, 2004), além de garantir-lhes vantagens mercadológicas, como a melhoria da sustentabilidade do ambiente e a produção de café orgânico ou certificado.

#### 4. ASPECTOS EDÁFICOS

Em cafezais arborizados, há melhoria ou manutenção da fertilidade do solo via aumento na capacidade de reciclagem de nutrientes e adição de serrapilheira. A estabilidade da temperatura do solo concorre para menores perdas, por volatilização, do nitrogênio. Além disso, a capacidade de absorção e infiltração da água é aumentada, concorrendo para reduzir a erosão. De modo geral, a utilização (e a resposta a) de nutrientes em cafezais sombreados é menor que naqueles a pleno sol e, assim, pode-se reduzir o uso de fertilizantes (CARVAJAL, 1984) principalmente os nitrogenados, para uma mesma quantidade de café produzida (ALVARENGA; MARTINS, 2004). Além disso, em cafezais sombreados com leguminosas, quantidades apreciáveis de nitrogênio ( $\sim 60 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) podem ser fixadas, segundo dados obtidos na Costa Rica (BEER et al., 1998), reduzindo ainda mais a necessidade de adubação nitrogenada.

A adubação nitrogenada inadequada pode resultar na poluição do lençol freático, com nitrito e nitrato. No Vale Central (Costa Rica), onde cerca de 50% do lençol freático encontra-se sob lavouras de café arábica sob intenso manejo e em condições de pouco ou nenhum sombreamento, a contaminação do lençol freático por nitrito e nitrato ocasionalmente excede  $10 \text{ mg L}^{-1}$  (REYNOLDS, 1991), nível considerado de risco para a saúde humana (FRAZER et al., 1980). Perdas anuais por lixiviação, a 60 ou 100 cm de profundidade no solo, variam de 5 a  $9 \text{ kg N ha}^{-1}$  em lavouras sombreadas, alcançando valores em torno de  $24 \text{ kg N ha}^{-1}$  em lavouras a pleno sol. Logo, a utilização de árvores de sombra tem o potencial de reduzir a contaminação do lençol freático por nitrato nas áreas de cafezais intensamente manejados. A necessidade de se reduzir a contaminação do ambiente por pesticidas, os quais são constante e intensamente usados nas monoculturas de café, constitui outro forte argumento para a utilização de consórcio das lavouras cafeeiras com árvores de sombra.

#### 5. ASPECTOS MICROCLIMÁTICOS E ECOFISIOLÓGICOS

O sombreamento afeta não somente a disponibilidade de luz ao longo da copa do cafeeiro mas também melhora as condições microclimáticas via redução dos extremos de temperatura do ar e do solo, reduz a velocidade dos ventos, mantém a umidade relativa do ar e tampona a disponibilidade hídrica do solo (BEER et al., 1998). Como consequência, cafezais arborizados são mais bem protegidos contra a ação dos ventos e encontram um ambiente mais propício à manutenção das taxas de fotossíntese, com reflexos óbvios sobre a produção. Saliente-se que o café conilon, a exemplo do arábica, é particularmente sensível à ação de ventos (DaMATTA, 2004a). Além de seu efeito dessecante, o vento pode causar abscisão de folhas e flores e danificar brotações novas e gemas florais, facilitando a ação de microrganismos patogênicos. Em lavouras expostas à ação de ventos, a implantação de quebra-ventos é, sobretudo, importante para garantir-lhes sustentabilidade e produtividade.

As variações da temperatura do ar e da umidade relativa e, portanto, do déficit de pressão de vapor, estão intimamente associadas à flutuação diária da radiação solar. À medida que o dia avança, a transpiração, a princípio, aumenta, em resposta a aumentos discretos no déficit de pressão de vapor. Todavia, incrementos adicionais na demanda evaporativa, como ocorre principalmente à tarde, geram decréscimos na transpiração, em face da alta sensibilidade do estômato do café à redução de umidade

relativa. O conseqüente decréscimo da dissipação de calor latente acarreta aumento na temperatura foliar. Desse modo, o gradiente absoluto de concentração de vapor d'água entre os espaços internos da folha e o ar adjacente (a força motora da transpiração) aumenta, e, para impedir ou atenuar o fluxo transpiratório, o estômato se fecha ainda mais. Como conseqüência final, o influxo de CO<sub>2</sub> para os cloroplastos diminui, e as taxas de fotossíntese decrescem sobremodo e, assim, reduz-se a utilização fotoquímica da irradiância incidente. O aumento da fração de energia não-utilizada na fotossíntese pode, potencialmente, acarretar o aparecimento da escaldadura na folhagem mais exposta. A repetição sistemática desse processo, ao longo do tempo, deve reduzir apreciavelmente a longevidade do cafezal. Salienta-se, ainda, que, sob condições de deficiência hídrica, essas respostas são mais contundentes. Desde que a área foliar é menor sob déficit hídrico, em função de menor crescimento foliar e de maiores taxas de abscisão das folhas, o interior da copa passa a ser exposto a maior demanda evaporativa e maior radiação solar direta. Conseqüentemente, a ocorrência da escaldadura, mesmo na folhagem mais interna, é exacerbada, agravando-se, portanto, a abscisão foliar e a perda de vigor do cafezal (DaMATTA, 2004b). Por outro lado, em cafezais sombreados, ocorre decréscimo substancial no déficit de pressão de vapor entre a copa e a atmosfera e, em última análise, na transpiração. Nessa condição, o gradiente absoluto de pressão de vapor entre os espaços internos da folha e o ar adjacente diminuem, e a transpiração passa a depender muito mais da resistência do ar, e não da resistência estomática (DaMATTA; RENA, 2001). Em outras palavras, o influxo de CO<sub>2</sub> para a fotossíntese, na medida em que o estômato permanece mais aberto, não é acompanhado direta e efetivamente por perda de vapor d'água, em face de a contribuição da resistência do ar sobrepujar-se àquela da resistência do estômato. Isso deve contribuir para otimizar a utilização da água pela planta (maior eficiência do uso da água). Especialmente em regiões sujeitas a períodos relativamente longos de seca e/ou com alta demanda evaporativa, maior eficiência do uso da água deve traduzir-se em vantagens óbvias na produção e na longevidade do cafezal (DaMATTA, 2004a; 2004b).

A utilização de árvores com sistema radicular profundo, como o da grevilea (*Grevillea robusta*), pode até mesmo aumentar a disponibilidade hídrica após longos períodos secos, nas camadas superficiais do solo, de forma a manter o status hídrico do cafeeiro, conforme observado no sudoeste da Bahia (MATSUMOTO; VIANA, 2004). Portanto, desde que o consórcio seja corretamente planejado (escolha e manejo adequados de espécies para a arborização; avaliação da densidade de plantio, do tipo de solo, dos regimes térmico e hídrico etc.), a arborização do cafeeiro é viável, na medida em que reduziria as perdas de água pela transpiração excessiva. Essas considerações também parecem válidas para o conilon. Em cafeeiros conilon consorciados com seringueiras plantadas em renque (orientação norte-sul), Ronchi et al. (resultados não publicados) observaram, em Sooretama/ES, melhor vigor e maiores taxas de fotossíntese nos cafeeiros mais próximos aos renques, provavelmente em função de melhor hidratação dessas plantas. Ronchi et al. (resultados não publicados) verificaram, também, em grande número de clones de café conilon, que a porcentagem de chochamento chegou a 8,2% nas plantas de café mais afastadas dos renques de seringueira (cafeeiros a pleno sol), diminuindo para apenas 2,8% nos cafeeiros próximos às seringueiras (sombreados). Matiello e Caldas (1998) também observaram que cafeeiros conilon se apresentavam mais verdes e produtivos, com grãos maiores e menor proporção de chochamento, que as plantas mais distantes dos renques de seringueira. Enfatiza-se, todavia, que o uso de espécies arbóreas com sistema radicular pouco profundo (ou plantadas em

altas densidades) pode acarretar considerável competição por água (e nutrientes), limitando o sucesso de cafezais arborizados, especialmente em regiões com períodos secos prolongados.

O uso de espécies arbóreas adequadas, sob densidades apropriadas, parece não afetar, ou pode mesmo estimular, a produção do café, dependendo das condições edafoclimáticas da região (DaMATTA, 2004a; 2004b). Enfatiza-se, aqui, que observações empíricas sugerem que há variabilidade genética no que diz respeito à tolerância ao sombreamento, isto é, diferentes clones de conilon respondem diferentemente ao sombreamento, em termos de produção. Não se dispõem, no presente, de informações concretas para uma recomendação científica sobre quais materiais genéticos seriam mais ou menos promissores para cultivos sombreados. Resultados de experimentos em curso no Incaper devem preencher essas lacunas, nos próximos anos. Não obstante, como uma generalização, observa-se que, sob condições ambientes adequadas e utilização intensiva de insumos (irrigação, adubação etc.), plantios a pleno sol sobrepõem-se, em termos de produção, aos arborizados (DaMATTA, 2004a). Três fatores podem concorrer, pelo menos teoricamente, para a redução da produção, na medida em que se aumenta a extensão da arborização: (i) menor assimilação do carbono pela planta inteira, em função da menor disponibilidade de luz sob condições de arborização excessiva; (ii) maior estímulo à emissão de gemas vegetativas em detrimento das gemas florais (CANNELL, 1975); e (iii) redução do número de nós produzidos por ramo (CASTILLO; LÓPEZ, 1966). Considerando-se que o número de nós formados seja o principal componente da produção do café (CANNELL, 1975), pode-se presumir que, aumentando-se a extensão da arborização, a produção decresceria, em razão do menor número de nós formados e do menor número de botões florais por nó, especialmente em locais com condições ambientes próximas às ótimas à cafeicultura.

A arborização pode reduzir sensivelmente as variações bienais da produção do café. Conforme discute Cannell (1985), o cafeeiro produz poucas flores em seu ambiente nativo sombreado e, portanto, não desenvolveu, ao longo de sua evolução, mecanismos para manter sua carga de frutos balanceada com a disponibilidade de carboidratos e de minerais. De fato, o cafeeiro parece ter evoluído em se tratando de levar a cabo o enchimento de todos os frutos formados após a fase de expansão do fruto, conforme observado em café conilon por Ronchi et al. (resultados não publicados) em Sooretama/ES. De acordo com essa linha de raciocínio, as causas da superprodução em cafezais a pleno sol, residiriam na profusão da iniciação floral, na baixa capacidade de remoção natural de parte dos frutos e na força do dreno (sementes), em vez de baixas taxas fotossintéticas *per se* (CANNELL, 1985). Essa superprodução levaria à exaustão das reservas da planta, comprometendo fortemente o crescimento e a produção do ano seguinte. Esta, normalmente baixa, permitiria a recuperação das reservas do sistema tronco-raiz e das taxas de crescimento, proporcionando novamente condições adequadas para outra carga pesada de frutos no ciclo subsequente de produção. Como consequência, o cafeeiro a pleno sol produz irregularmente, e, sob condições adequadas de cultivo, essa irregularidade ordinariamente segue um padrão bienal. Caso a sobrecarga de frutos esteja associada à seca-de-ponteiros, que inevitavelmente é precedida de morte de raízes finas absorventes e até mesmo de categoria superior, após ciclos sucessivos de bienalidade, o cafeeiro entra em declínio, reduzindo sua vida produtiva (RENA; DaMATTA, 2002). Portanto, o emprego da arborização, ao permitir a redução da emissão de botões florais, deve concorrer para tamponar as flutuações bienais da produção, evitando superproduções e atenuando o depauperamento da planta, permitindo-lhe produções satisfatórias por

mais tempo. Em termos econômicos, maior número de colheitas poderia perfeitamente compensar, dentre certos limites, menores produções médias por colheita naqueles locais em que cafezais a pleno sol produzam mais, por colheita, que cafezais arborizados (DaMATTA; RENA, 2002). Ressalte-se, apenas, que em café conilon, a bialidade da produção é minimizada ou tamponada, dentro de certos limites, se comparada àquela do café arábica, pela renovação periódica das hastes ortotrópicas, por meio de um intenso e bem planejado sistema de podas.

Em cafezais a pleno sol e com produção elevada, a ocorrência de altas temperaturas e de deficiência hídrica provocam a má formação dos grãos, resultando em menor “peneira” e elevada porcentagem de chochamento, com queda de produção e, conseqüentemente, de renda. Além disso, o amadurecimento é acelerado pelo excesso de radiação solar e temperatura, desfavorecendo o desenvolvimento das propriedades organolépticas que conferem qualidade à bebida. 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 mais bem formados, de peneiras maiores e com melhor qualidade de bebida (CARAMORI et al., 2004). Além disso, o alongamento do período de maturação do fruto, conforme observado em cafeeiros conilon sombreados com seringueira no norte do Espírito Santo (RONCHI et al., resultados não publicados), pode propiciar mais flexibilidade às operações da colheita.

## 6. ASPECTOS ECONÔMICOS

O cultivo do cafeeiro em SAFs é quase sempre assunto controverso. A diversificação dificulta a mecanização, enquanto o monocultivo facilita o manejo do cafezal, especialmente em grandes áreas. Salienta-se, também, que pequenos agricultores têm no consórcio, em pequenas áreas, uma estratégia econômica associada à maior produção por área, maior retorno de mão-de-obra e maior segurança em períodos de baixos preços do café. Com efeito, em um estudo conduzido em países da América Central e Caribe, Current (1997) concluiu que os SAFs, em pequenas e médias propriedades, podem ser bastante viáveis, devendo-se adotar sistemas e espécies arbóreas conforme as condições locais, estudados mediante ferramentas de análise financeira e, além disso, devem-se considerar os benefícios socioculturais.

Árvores de sombra produtoras de madeira têm baixos custos de produção e, por isso, são consideradas opções economicamente viáveis para consórcio em SAFs. Alternativamente, a utilização de árvores frutíferas ou que possam ser utilizadas para a produção de carvão vegetal constituem, também, opção viável em comparação com algumas árvores leguminosas habitualmente usadas no sombreamento de lavouras de café.

A maior problemática quanto ao consórcio entre café e árvores produtoras de madeira se refere à derrubada das árvores para a colheita da madeira, que pode ocasionar danos físicos à lavoura. Entretanto, dependendo da espécie de árvore adotada, tal problemática pode ser minimizada. Por exemplo, a derrubada de 29 árvores de *Cordia alliodora*, em plantações de café arábica na Costa Rica, resultou em danos severos à lavoura numa extensão de apenas 9%, enquanto os restantes 91% das plantas foram apenas levemente danificadas, principalmente pela copa das árvores (SOMARRIBA, 1992). Em todo caso, os prejuízos gerados pela derrubada das árvores no sistema agroflorestal podem

ser grandemente minimizados, programando-se a derrubada das árvores durante períodos de quiescência da lavoura, ou em períodos de baixa produtividade, ou ainda quando os preços do café estiverem em baixa no mercado. De modo geral, apesar de a derrubada das árvores ocasionar algum tipo de dano físico ao cafezal, os custos com reparo da lavoura afetada são baixos e promovem apenas pequenas reduções na produção de café, sendo facilmente compensados pelo ganho adicional com a venda da madeira obtida.

A implantação de SAFs requer planejamento judicioso e deve-se ter sempre em mente o longo prazo. Ainda que as interações ecofisiológicas entre o cafeeiro e as outras espécies perenes se manifestem já no curto prazo (efeitos sobre o solo e o microclima), os resultados econômicos são ordinariamente observáveis no longo prazo, principalmente se um dos produtos do consórcio for madeira. Por essa razão, o retorno econômico do sistema tem que ser calculado ou estimado para prazos longos. Nesse contexto, é lícito presumir que o plantio de árvores madeiráveis se constitua em uma *poupança verde*: o valor “depositado” ou “poupado” no produto a ser obtido com a venda das árvores poderia compensar a redução na produtividade de café (causada pelo sombreamento e/ou pela redução no número de plantas de café por hectare). Por exemplo, em Rondônia, a bandarria (*Schizolobium amazonicum*), utilizada para a fabricação de laminados, é uma árvore muito consorciada com café conilon, utilizando-se 50 a 60 árvores por hectare, que podem ser cortadas aos oito anos de idade, quando atingem 45 cm de diâmetro à altura do peito. Após 13 anos de implantação do SAF (10 safras de café colhidas), o corte de 40 árvores de bandarria por hectare renderia o equivalente a 30% da renda bruta total obtida com as dez safras de café (AVILES; LIMA, 1995). Por outro lado, em consórcios com frutíferas, como coqueiro ou bananeira, ou espécies produtoras de palmito, como a pupunha, a análise econômica deve ser feita já a partir do início da colheita das frutas ou do palmito, podendo-se estabelecer índices de equivalência em relação ao monocultivo do café ou ao consórcio. Por exemplo, Marques (2000), testando diversos espaçamentos de pupunha associada ao cafeeiro conilon, em Cachoeiro do Itapemirim/ES, obteve um incremento de 14% na produtividade do café (primeira colheita) consorciado com a pupunha (espaçada 6 x 2 m), em relação ao monocultivo, obtendo, ainda, produção adicional de 1.708 kg de palmito por hectare.

A estimativa de custos da instalação de SAFs com cafezais deve considerar os custos adicionais de implantação, como aquisição de mudas e plantio das árvores, bem como os custos adicionais para manejo e poda das árvores. Há outros custos indiretos, associados ao que se pode deixar de receber com o café, causados pela competição por água, luz e nutrientes entre o cafeeiro e a árvore de sombra, ou danos físicos potenciais ao cafezal, quando se colhe a madeira. Por outro lado, devem-se considerar os ganhos econômicos obtidos com as árvores, além de seus benefícios indiretos, notadamente sobre os aspectos microclimáticos e vantagens de *marketing*. Isso permitiria uma visão holística do consórcio, como um conjunto produtivo e ambientalmente sustentável, com retorno econômico satisfatório. Em todo caso, para decidir-se sobre a implantação ou não de SAFs, três aspectos centrais devem ser considerados: (i) objetivo(s) da produção, (ii) características ambientes e (iii) nível e qualidade dos insumos disponíveis para melhorar as condições ambientes para o café (MUSCHLER, 1997). Assim, quando se objetiva produzir café, mas buscando-se paralelamente manter a estabilidade da produção, a biodiversidade e a conservação de recursos, ou quando se busca produzir café *orgânico* ou certificado, ou ainda quando se visa à obtenção de produtos adicionais (madeira, frutos etc.), SAFs são sobremodo

recomendados. Considerando-se os ambientes marginais, de solos pobres, com declividade acentuada, sujeitos a estresses microclimáticos, como baixa disponibilidade hídrica e ventos fortes, a implantação de SAFs pode ser muito vantajosa. Numa situação oposta, plantios a pleno sol seriam mais recomendados. Além disso, se houver disponibilidade de insumos químicos (adubos, herbicidas etc.), de irrigação e de clones selecionados, altamente produtivos, os plantios a pleno sol devem sobrepor-se aos arborizados. A análise concomitante desses fatores deverá, portanto, indicar o caminho a ser observado pelo cafeicultor (DaMATTA; RENA, 2002).

## 7. SISTEMAS AGROFLORESTAIS COM CAFÉ CONILON NO ESPÍRITO SANTO

Particularmente no Espírito Santo, o cultivo do café conilon com árvores de sombra tem-se tornado cada vez mais comum. Em levantamento recente, Sales e Araújo (2005) verificaram a existência de 27 lavouras consorciadas, em 10 diferentes municípios, totalizando cerca de 115 ha (Tabela 1). Desse total, a grande maioria localiza-se na região norte do Estado, e os consórcios com cedro australiano, teca e seringueira parecem ser os mais utilizados; não obstante, espécies frutíferas como cajueiro, coqueiro e mamoeiro também têm ocupado lugar de destaque (Tabela 1; Figura 1). Verificou-se, ainda, que as espécies perenes são cultivadas predominantemente na mesma linha da cultura do café, obviamente para adequarem-se ao manejo e aos tratos culturais empregados e necessários ao cafezal, e que as espécies com taxa de crescimento de média a rápida são preferidas. Além disso, considerando-se o número de propriedades identificadas, a principal finalidade da utilização do consórcio recai sobre o sombreamento do cafezal, especialmente nas pequenas propriedades. Todavia, quando se considera a abrangência (ou extensão) das áreas cultivadas, a produção de madeiras comerciais (cedro australiano e teca) e a produção de látex (seringueira) englobam mais de 70% das áreas de consórcio com café conilon. Além dessas finalidades, a produção de madeiras para a própria propriedade, de lenha e de frutos, e a formação de quebra-ventos também foram relatadas pelos produtores de café. Saliente-se que o mamoeiro, particularmente, tem sido utilizado para amortizar o custo da implantação do cafezal. Uma vez que os espaçamentos de ambas as culturas (café e mamão) coincidem, principalmente entre as linhas de plantio, a lavoura de café é implantada na fileira do mamoeiro, simultaneamente ou alguns meses após a implantação dessa cultura. Assim, o cafeeiro “compartilha” dos tratos culturais (principalmente fertilizações e irrigação) dados à cultura do mamão, além de ser beneficiado oportunamente pelo sombreamento promovido pelas plantas de mamão.

**Tabela 1.** Levantamento das áreas de café conilon consorciado com árvores no Estado do Espírito Santo

Nome comum	Nome científico	Espaçamento <sup>1</sup> (m)	Municípios	Área total (ha)/ (nº de propriedades)	Usos <sup>2</sup>	Taxa de crescimento
Cajueiro	Anacardium occidentale	10 x 12	Vila Pavão	5,0 - (1)	a, e	Média
Coqueiro	Cocos nucifera	9 x 8	São Gabriel da Palha	4,5 - (1)	a, e	Média
Cedro Australiano	Toona ciliate	3 x 3 e 15 x 9 m	Jerônimo Monteiro e Sooretama	31,0 - (2)	b, d	Rápida
Grevilha	Grevillea robusta	3 x 6 m e diversos	Vila Pavão	0,2 - (1)	a, g	Média
Ingá	Inga sp.	9 x 6 e 11 x 10 m	Iconha, São Domingos do Norte	1,2 - (2)	a, d	Rápida
Nim Indiano	Azadirachta indica	6 x 6 m	Vila Valério	1,0 - (1)	a	Média
Peroba	Paratecoma peroba	Diversos	Alegre	1,5 - (1)	b	Lenta
Seringueira	Hevea brasiliensis	3 x 10 a 10 x 10 m (FS) 18 x 4 x 3 m (FD)	Vila Valério, São Gabriel da Palha	23,4 - (5)	a, f	Média
Teca	Tectona grandis	8 x 8 m	Sooretama	30,0 - (1)	b	Rápida
Urucum	Bixa orellana	6 x 3 m	São Gabriel da Palha	4,0 - (1)	a, d, e, g	Rápida
Frutíferas, Madeiráveis e Seringueira	-	2 x 2 a 12 x 10 m, e diversos	São Gabriel da Palha, Nova Venécia, São Domingos do Norte, Rio Bananal	13,8 - (11)	a, b, e, f	Média a rápida
Total	-	-	-	115,6 - (27)	-	-

<sup>1</sup> FS, Fileira simples; FD, Fileira dupla. <sup>2</sup> Sombreamento (a), madeira comercial (b), madeira para a propriedade (c), lenha (d), produção de frutos (e), produção de látex (f) e quebra-ventos (g).  
**Fonte:** Sales e Araújo (2005). Obs.: Os dados deste levantamento foram obtidos por meio de questionários estruturados, aplicados aos agricultores, nos diferentes municípios, pelos extensionistas do Incaper daquele município.



**Figura 1.** Consórcios de café conilon com algumas espécies florestais ou frutíferas: seringueira em fileira dupla (A), teca com um ano de idade (B), coqueiro (C), cedro australiano (D), mamoeiro e cedro australiano (E), implantação; F), consórcio formado).

## 8. REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, M. I. N.; MARTINS, M. Fatores edáficos de cafezais arborizados. In: MATSUMOTO, S. N. (Ed.). *Arborização de Cafezais no Brasil*. Edições UESB, Vitória da Conquista, BA, p. 43-84, 2004.
- ARAYA, M. Distribución y niveles poblacionales de *Meloidogyne* spp y *Pratylenchus* spp en ocho cantones productores de café en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, v. 18, p. 183-187, 1994.
- AVILES, D. P.; LIMA, A. C. Sistemas agroflorestais envolvendo café (*Coffea canephora*) e bandarra (*Shizolobium amazonicum*) no Estado de Rondônia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIIRAS, 21., 1995. Poços de Caldas. *Trabalhos apresentados...* Rio de Janeiro: MAA/Embrapa, 1995, p. 183-184.
- BEER, J.; MUSCHLER, R.; KASS, D.; SOMARRIBA, E. Shade management in coffee and cacao plantations. *Agroforestry Systems*, v. 38, p. 139-164, 1998.
- CANNELL, M. G. R. Crop physiological aspects of coffee bean yield: a review. *Journal of Coffee Research*, v. 5, p. 7-20, 1975.
- CANNELL, M. G. R. Physiology of the coffee crop. In: CLIFFORD, M.N.; WILLSON, K. C. (Eds.). *Coffee: Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverage*. London: Westport Conn Helm, 1985, p. 108-134.
- CARAMORI, P. H.; KATHOUNIAN, C. A.; MORAIS, H.; LEAL, A. C.; HUGO, R. G.; ANDROCIOLI FILHO, A. Arborização de cafezais e aspectos climatológicos. In: MATSUMOTO, S.N. (Ed.). *Arborização de Cafezais no Brasil*. Vitória da Conquista, BA: Edições UESB, 2004, p. 19-42.
- CARVAJAL, J. F. *Cafeto: Cultivo y Fertilización*. Instituto Internacional de la Potassa, Berna, 1984, 254 p.
- CASTILLO, Z. J.; LÓPEZ, A. R. Nota sobre el efecto de la intensidad de la luz en la floración del café. *Cenicafé*, v. 17, p. 51-60, 1966.
- CURRENT, D. Los sistemas agroforestales generan beneficios para las comunidades rurales? Resultados de una investigación en América Central y el Caribe. *Agroforesteria en las Américas*, v. 4, p. 21-24, 1997.
- DaMATTA, F. M.; RENA, A. B. Tolerância do café à seca. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). *Tecnologias de Produção de Café com Qualidade*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001, p. 65-100.
- DaMATTA, F. M.; RENA, A. B. Ecofisiologia de cafezais sombreados e a pleno sol. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). *O Estado da Arte de Tecnologias na Produção de Café*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002, p. 93-135.
- DaMATTA, F. M. Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee: a review. *Field Crops Research*, v. 86, p. 99-114, 2004a.
- DaMATTA, F. M. Fisiologia do cafeeiro em sistemas arborizados. In: MATSUMOTO, S. N. (Ed.). *Arborização de Cafezais no Brasil*. Vitória da Conquista, BA: Edições UESB, 2004b, p. 85-119.

DUBOIS, J. C. L.; VIANA, V. M.; ANDERSON, A. B. *Manual Agroflorestal para a Amazônia*. Rebraf, Rio de Janeiro, v. 1., 228 p., 1996.

FAZUOLI, L.C. Genética e melhoramento do cafeeiro. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Eds.). *Cultura do Cafeeiro: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: Potafos, 1986, p. 87-114.

FOURNIER, L. A. El cultivo del cafeto (*Coffea arabica* L.) al sol o a la sombra: un enfoque agronómico y ecofisiológico. *Agronomia Costarricense*, v. 12, p. 131-146, 1988.

FRAZER, P.; CHILVERS, C.; BERAL, B.; HILL, M. J. Nitrate and human cancer: a review of the evidence. *International Journal of Epidemiology*, v. 9, p. 3-11, 1980.

MARQUES, P. C. Utilização de palmáceas produtoras de palmito, para sombreamento de café conilon, no Estado do Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, I., 2000, Poços de Caldas. *Anais...* Brasília: Embrapa Café, 2000, p. 1772-1773.

MATIELLO, J. B.; CALDAS, S. F. B. Sombra vertical ou itinerante, novo conceito de sombra para reduzir o stress hídrico em cafezais conillon. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 24., 1998, Poços de Caldas. *Trabalhos apresentados...* Rio de Janeiro: MAA/SDR/PROCAFÉ/PNFC, 1998, p. 29.

MATSUMOTO, S. N.; VIANA, A. E. S. Arborização de cafezais na região nordeste. In: MATSUMOTO, S. N. (Ed.). *Arborização de Cafezais no Brasil*. Vitória da Conquista, BA: Edições UESB, 2004, p. 167-195.

MONTAGNINI, F. *Sistemas Agroflorestales: Principios y Aplicaciones en los Trópicos*. 2ª Ed. Organización para Estudios Tropicales, San José, Costa Rica., 1992, 622 p.

MUSCHLER, R. Shade or sun for ecologically sustainable coffee production: a summary of environmental key factors. In: *III Semana Científica del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)*. Turrialba, CATIE, 1997, p. 109-112.

RENA, A. B.; DaMATTA, F. M. O sistema radicular do cafeeiro: estrutura e ecofisiologia. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). *O estado da arte de tecnologias na produção de café*, Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002, p. 11-92.

REYNOLDS, J. S. Soil nitrogen dynamics in relation to groundwater contamination in the Valle Central, Costa Rica. PhD Thesis, University of Michigan, MI, USA, 1991.

SALES, E. F.; ARAÚJO, J. B. S. Levantamento de árvores consorciadas com cafeeiros no Estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 3., 2005. Florianópolis, SC. *Anais...* Florianópolis: ABA, 2005. CD-ROOM.

SIAG - SISTEMA DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS. *Dados médios da série histórica da estação meteorológica localizada no município de Linhares-ES*. Disponível em: <[http://www.incaper.es.gov.br/clima/linhares\\_sh.htm](http://www.incaper.es.gov.br/clima/linhares_sh.htm)>. Acesso em: 24 abr. 2006.

SOMARRIBA, E. Timber harvest, damage to crop plants and yield reduction in two Costa Rican coffee plantations with *Cordia alliodora* shade trees. *Agroforestry Systems*, v. 18, p. 69-82, 1992.

ZAMORA, G.; SOTO, B. Árboles usados como sombra para café y cacao. *Revista Cafetalera*, Guatemala, Oct-Nov, 1976, p. 27-32.