

CAPÍTULO 6

Sistemas agroflorestais e consórcios na cultura do café

João Marcos Verly de Oliveira da Silva, Maurício Novaes Souza, Otacílio José Passos Rangel, Maurício Lorenção Fornazier, Geisa Correa Louback, Grazielli Pirovani, Bruna Lopes Caon, Mauricio Ferreira Moreira, Camila Barbiero Siqueira, Guilherme Andrião Trugilho, Marciano Kaulz, Aline Marchiori Crespo, Ana Lídia Chaves Gomes, Marcus Vinícius Campos Gall, Andresa Carolina Mendes Pinheiro, Ana Cláudia Moreira Guerra, Igor Borges Peron

<https://doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-10-7.c6>

Resumo

Considerando o padrão de produção implantado e que há tempos se vem usando, depara-se com uma realidade que se mostram necessárias mudanças na forma de olhar e conduzir as lavouras, voltadas a modelos de base agroecológica. Este documento apresenta formas de interação entre plantas e animais de maneira simultânea, àqueles que buscam por uma agricultura sustentável, com acréscimo de culturas diferentes no mesmo local, contribuindo para um retorno econômico, financeiro e ambiental. Além disso, evidencia que algumas culturas de interesse econômico, como o cafeeiro, pode ser trabalhado juntamente em sistemas agroflorestais (espécies florestais, culturas agrícolas e criação de animais), proporcionando agregação de valor ao produto. Sendo a cafeicultura um cultivo de extremo interesse ao País e que apresenta um mercado crescente, verificou-se relevância de estudo nessa área, uma vez que o manejo de cultivo pode ser determinante para a qualidade da bebida do café. Como o café conilon concentra grande parte de seu campo produtivo no estado do Espírito Santo, e que estão, em sua maioria, em pequenas propriedades rurais e de base familiar, mostra-se potencial assimilação em aliar conservação e produtividade dentro de manejos que consorciem esse cafeeiro a espécies madeireiras e frutíferas. A arborização se torna interessante opção por proporcionarem um microclima local: podem minimizar efeitos oriundos de alterações climáticas, que aumentaram as temperaturas e o período de seca, com sérios prejuízos econômicos aos produtores. Em suma, destaca-se que os sistemas agroflorestais já vêm sendo implantados e bem sucedidos, como aqui se difunde e vê.

Palavras-chave: Cafeicultura sustentável. Base agroecológica. Consorciação. Diversificação de produção.

1. Introdução

O Brasil representa 37% da produção global, com 63 milhões de sacas, destacando-se como o maior produtor entre os 64 países produtores de café em todo o mundo (ICO, 2021). Em nível global, atua como maior exportador de café e ocupa a segunda posição quando o assunto é o consumo da bebida. O estado do Espírito Santo é o segundo maior produtor de café do Brasil, englobando a produção das espécies conilon e arábica, tendo produzido 837.480 toneladas, sendo 285.900 toneladas apenas de arábica (CONAB, 2020).

Em tempos recentes, tem-se buscado cafés de qualidade superior tanto por países produtores quanto consumidores. Além disso, as condições socioambientais têm ganhado aspecto relevante por grande parte dos países importadores. Daí a importância em buscar métodos alternativos de produção, considerando que a sustentabilidade da cafeicultura de arábica no Espírito Santo tem sido trabalhada nas vertentes econômica, ambiental e social, além de processos de certificações (SOUZA, 2022; VIÇOSI et al., 2022).

Por tais questões, surge a necessidade de que novas técnicas de manejo fitossanitário e ou de sistema produtivos que venham a ser implantadas na cafeicultura capixaba com o uso dos conceitos das boas práticas de produção agrícola (BPA), da produção orgânica e agroecológica, como se apresentam os Sistemas Agroflorestais (SOUZA, 2015; SOUZA et al., 2020; SOUZA, 2022).

O termo “Sistema Agroflorestal” (SAF) corresponde a uma forma de uso da terra e manejo dos recursos naturais, nos quais espécies lenhosas (árvores, arbustos, palmeiras) são utilizadas em associação com cultivos agrícolas ou animais, na mesma área, de maneira simultânea ou em uma sequência temporal (MONTAGNINI, 1992).

Para que modelos agrícolas possam ser assim classificados, esses devem seguir a definição dos SAF, no qual é necessário associar o uso de plantas arbóreas, arbustivas e herbáceas, consorciadas com espécies agrícolas e forrageiras com ou sem a presença animal, mas obrigatoriamente associadas às espécies florestais, conforme afirmam Nair (1989) e Young (1994).

No SAF verifica-se uma melhora da viabilidade, sustentabilidade ecológica, social e econômica da produção agrícola. De acordo com Ribaski, Radomski e Ribaski (2012), os SAF são formas de uso ou manejo da terra, nos quais se combinam espécies arbóreas (frutíferas e, ou, madeiras) com cultivos

agrícolas e, ou, criação de animais, de forma simultânea ou em sequência temporal e que promovem benefícios econômicos e ecológicos, melhorando as condições física, química e biológica do solo. O resultado é um sistema potencialmente produtivo, sustentável e que acrescenta qualidade aos produtos que serão comercializados e, ou, mesmo consumidos.

Esse modelo de produção se torna interessante para agricultores que buscam obter uma agricultura economicamente viável, pois a interação de plantas no mesmo espaço/tempo contribui para utilização de áreas menores, podendo trazer um retorno financeiro satisfatório, visto que podem utilizar o mesmo local para cultivar espécies diferentes que vão contribuir como fonte de renda.

Diversas culturas de interesse têm sido sucesso na integração do Sistema Agroflorestal com café, por exemplo, espécies perenes que no inverno perdem suas folhas e permitem que maiores concentrações de raios solares cheguem às plantas de café, o que favorece seu florescimento com maior vigor.

O cultivo de lavouras cafeeiras com SAF é uma alternativa viável para minimizar o processo de esgotamento do solo, com reflexos positivos na produtividade e qualidade dos grãos de café, devido a formação de um microclima favorável, que contribui de maneira significativa na agregação de valor ao produto (ROCHA et al., 2016).

Cabe destacar que os SAF funcionam como fragmentos florestais; ou seja, oferecem serviços ecossistêmicos como locais de abrigo e propiciam alimentos alternativos para inimigos naturais aumentando sua população; além disso, esses locais podem funcionar como barreira física contra a disseminação de insetos-praga que atacam a cultura do café. Pesquisas se fazem necessárias para determinar a influência desses fragmentos florestais, posto que dependem do tipo de cultura à qual estão associados, da cobertura do solo não cultivado e práticas de manejo (TSCHARNTKE et al., 2016).

Ao selecionar árvores e proporcionar uma maior diversidade da flora nativa no SAF e ter participação como métodos de controle, são avaliados critérios harmônicos entre os cultivos, produção de biomassa e comodidade no manejo, além da análise de características, anteriormente citadas, que favoreçam o controle biológico das pragas (VENZON et al., 2019).

Além desses fatores, dada a importância da qualidade da bebida no preço do produto final, a arborização do cafeeiro por criar um microclima que proporciona menores temperaturas, pode influenciar a produtividade da lavoura, bem como a qualidade do café. Ainda, de acordo com Fornazier et al. (2017), devido à maior umidade dentro das lavouras proporcionada pela melhor cobertura vegetal, poderá reduzir a incidência de pragas, como o bicho-mineiro.

De acordo com Moraes et al. (2009), na fase de floração do café arábica com incidência de 50% de luz, houve maior quantidade de flores e frutos. Para Souza et al. (2020), em trabalho realizado na região do Caparaó, a técnica de associar árvores com o cafeeiro condicionou melhoria na qualidade sensorial da bebida do café, quando comparado ao cultivo a pleno sol.

2. Classificação dos sistemas agroflorestais (SAF)

Pode-se considerar SAF como um sistema que inclui um estrato arbóreo diversificado, um estrato arbustivo, por exemplo, o café, que pode ainda incluir outras espécies (milho, mandioca, feijão, entre outras), um estrato herbáceo, como é o caso de leguminosas introduzidas para adubação verde, vegetação espontânea ou alimentícia (SOUZA et al., 2020).

Os SAF, segundo Souza (2018) e Bernardes (2008), podem ser classificados de acordo com seus componentes em:

- **Silviagrícola ou agrossilviculturas:** Espécies florestais e culturas agrícolas (Figura 1).



Figura 1. Modelo Silviagrícola ou agrossilvicultura. Fonte: Os autores.

De acordo com a disposição das espécies no campo, os modelos podem ter uma grande variação, consistindo desde sistemas mistos adensados como quintais caseiros, mistos de baixa densidade, como os sistemas agrossilvipastoris, em faixas ou contínuos ou ainda ao acaso. De acordo com a disposição das espécies no tempo, os SAF podem ser simultâneos ou sequenciais (SOUZA, 2018).

Segundo Martins e Souza (2013), os SAF sequenciais ocorrem de forma que haja um intervalo de tempo entre a colheita da primeira cultura e a semeadura da cultura subsequente. Já para os simultâneos, pode-se observar que existem várias situações: duas culturas com a mesma época de plantio e colheita (SAF coincidente), culturas de mesma época de semeadura e épocas diferentes de colheita (concomitantes).

- **Silvipastoril:** Espécies florestais e forrageiras para alimentação animal (Figura 2):



Figura 2. Modelo Silvipastoril. Fonte: Os autores.

- **Agrossilvipastoril:** Espécies florestais, culturas agrícolas e forrageiras para alimentação animal (Figura 3):



Figura 3. Modelo Agrossilvipastoril. Fonte: Martins et al. (2019).

Um exemplo interessante de SAF de culturas concomitantes é o plantio de palmeira real e palmito Jussara para obtenção de palmito sob plantio de eucalipto, onde a cultura do palmito é extraída com cinco (5) anos; portanto, antes do término do primeiro ciclo do eucalipto que ocorre com sete (7) anos (Figura 4).



Figura 4. Palmeira real sob plantio de eucalipto. Fonte: Os autores.

Outro modelo de SAF é o sobreposto, quando ocorre a semeadura de uma cultura antes do final do ciclo de uma cultura já instalada no local, e cuja colheita será feita após o término do ciclo da primeira cultura instalada.

Ainda, tem-se o modelo interpolado, no qual durante o ciclo de uma cultura perene, tem-se a implantação de culturas de ciclo menor, como as culturas de ciclo anual sob árvores de seringueira ou eucalipto.

3. Cafeeiros nos SAF

Quando se cultiva café a pleno sol, em monocultura, o espaçamento entre plantas é menor ou igual ao utilizado em café sombreado. Como nesse sistema não possui outras espécies consorciadas, o número de plantas de café é maior, o que eleva sua produção. Já que em sistema sombreado, a disposição de árvores acaba reduzindo a quantidade de plantas de café, o montante final da produção de café será também menor.

Ainda hoje, a cafeicultura nacional é caracterizada por grandes áreas de monocultura a pleno sol, sistema também conhecido como cultivo convencional. Por esses aspectos, o Brasil caminha contrário ao seu cultivo original, em que o café é uma espécie arbustiva originária de florestas caducifólias da Etiópia (RICCI et al., 2006).

Os sistemas de monoculturas, incluindo a de café, são caracterizados por possuir alta taxa de degradação do solo, perda do carbono armazenado, diminuição da fertilidade natural, erosão, compactação do solo, além de elevados custos de produção que, conseqüentemente, diminuem a margem de lucro do produtor (MÜLLER, 2004).

Esses sistemas de monocultivo possuem uma riqueza ecológica inferior aos cultivos consorciados. A presença de árvores favorece a redução da temperatura via bloqueio da radiação solar direta; reduz a amplitude da variação térmica, proporcionando o aumento da umidade e na quantidade de fitomassa no solo; eleva o teor de carbono e da matéria orgânica do solo, conseqüentemente aumentando a capacidade de troca de cátions. Isso proporciona maior disponibilidade de nutrientes para as plantas e redução na perda de nutrientes por lixiviação, além de diminuir os teores de alumínio trocável (VAAST et al., 2006; SOUZA et al. 2020).

Dessa forma, as características fisiológicas do café permitem que sejam

cultivados em sistemas sombreados por árvores (DAMATTA, 2004). Os SAF com café podem contribuir para a conservação da biodiversidade e prestação de serviços ambientais, tanto para as populações locais quanto para a sociedade global (RICE, 2008; MARTINEZ et al., 2009).

A partir dos relatos científicos de que o clima pode ser um aliado da qualidade, existem esforços para tentar demonstrar que áreas mais sombreadas naturalmente produzem cafés de melhor qualidade do que em terrenos com maior exposição ao Sol. Dessa forma, é necessário que as boas práticas de manejo, produção, processamento e industrialização sejam aplicadas para atender à demanda do mercado consumidor, que exige alta qualidade. A indústria cafeeira deve apoiar pesquisas que busquem identificar, rastrear e prever as condições climáticas que afetam a qualidade da bebida (FAGAN et al., 2011).

Estima-se que 40% das características físicas, químicas e sensoriais dos grãos são definidas por fatores de pré-colheita e que os 60% restantes dos índices de qualidade são determinados pelo método de processamento que é empregado no pós-colheita (MUSEBE et al., 2007).

Logo, fica evidente que a qualidade final é resultante de uma série de fatores que interagem no percurso da produção, dependendo assim de uma combinação adequada de fatores climáticos, edáficos, ecológicos e principalmente da forma de manejo a ser empregada; ou seja, o tipo de cultivo que o produtor adota pode ser um determinante da qualidade (PEREIRA *et al*, 2020).

Assim, se a qualidade é afetada pelo sistema produtivo, e pelas condições edafoclimáticas, é primordial que se tenham cuidado de estudar, descrever e caracterizar sistemas de produção eficientes que aliem a produtividade, a qualidade e a sustentabilidade dos recursos naturais em zonas de produção (PEREIRA *et al*, 2020).

Também, há de se considerar, com relação à rentabilidade do produtor, que o café é um produto agrícola cujo preço se baseia em parâmetros qualitativos, e varia significativamente em função da qualidade apresentada.

Sendo assim, cuidados e técnicas adequadas na condução da lavoura, bem como nas fases de colheita e pós-colheita, são fundamentais para a obtenção de um produto de qualidade e com melhor rentabilidade (MALTA et al.,

2008 *apud* SOUZA, 2018).

A adoção de SAF se apresenta como uma boa opção para a cafeicultura, tanto sob os aspectos ambientais (diversidade biológica, controle microclimático), como sob os aspectos econômicos possibilitando renda adicional, fonte de biomassa e redução da aplicação de adubos químicos (ALVARENGA; MARTINS; PAULA, 2002 *apud* LOPES et al., 2014). Segundo Ferrão et al. (2017), o aspecto econômico é um importante fator a ser considerado na escolha das culturas de interesse no sistema consorciado.

Segundo Junior (2017) a oferta de cafés sustentáveis e, ou, especiais com qualidade superior, pode ser direcionada a mercados específicos ou até mesmo para nichos de mercado, proporcionando um aumento do consumo desses cafés, resultando numa rentabilidade maior aos agricultores familiares, a partir de técnicas sustentáveis.

No Brasil, a cultura do café é cultivada em 2,18 milhões de hectares, apresentando um total de 576 ha (0,02%) de área orgânica cultivada. Entretanto, o café orgânico é um comércio em ascensão, sendo certificados 709 mil hectares (ha) (6,7%) de áreas com cultivo de café orgânico no mundo (WILLER et al., 2021).

O fato é que a busca por sustentabilidade e qualidade, sendo estas responsáveis pela abertura de novos mercados consumidores que a cada dia exigem cafés com parâmetros qualitativos superiores, vem se tornando fundamentais para a permanência do homem no campo, garantindo a ele e sua família, melhores condições de vida. Para isto são necessários mais estudos voltados para um desenvolvimento que proporcione um baixo custo de produção e que facilite a obtenção desses cafés (FERRÃO et al., 2007).

3.1. Cafeeiro com espécies frutíferas

A implantação de SAF requer planejamento judicioso e se deve 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 geralmente observáveis no longo prazo. Por essa razão, o retorno econômico do sistema tem que ser calculado ou estimado para prazos longos (DAMATTA et al., 2007).

Em consórcios com frutíferas, como coqueiro, 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 (SALES; ARAÚJO, 2005).



Figura 5. Cafeeiro consorciado com Palmito pupunha e bananeira: Incaper, Pacotuba, Cachoeiro do Itapemirim, ES. Fonte: Acervo Maurício Novaes (2022).

Siqueira et al. (2020), avaliando o índice de equivalência de consórcios de café conilon com pupunha e café conilon com banana, analisaram que é preciso 43% mais área com café e pupunha solteiros e 22% mais área com café e banana solteiros, para obter a mesma produção dos respectivos consórcios. Avaliaram a viabilidade econômica via a rentabilidade de diversas culturas consorciadas ao cafeeiro, por meio do cálculo do índice benefício/custo⁸. O maior índice benefício/custo foi obtido no consórcio de café com pupunha, que foi de 1,39. O consórcio do café com a banana obteve índice de 1,11, enquanto do café solteiro foi de 0,49.

Árvores frutíferas ou que possam ser utilizadas para a produção de carvão

⁸ Esse índice é calculado a partir da receita bruta (obtida pela comercialização dos produtos oriundos do consórcio) dividida pelo custo operacional total de produção. Valores superiores a uma unidade indicam que a atividade é viável economicamente.

vegetal também são alternativas viáveis em comparação com algumas árvores leguminosas, habitualmente usadas no sombreamento de lavouras de café.

O cultivo dessas árvores frutíferas e, ou, palmito com café (Figura 6) tem um custo de manutenção baixo e pode gerar uma renda maior que pastagens ou roçado, ou simplesmente uma monocultura de frutíferas.



Figura 6. Cafeeiro, frutífera, palmito e eucalipto. Fonte: Os autores.

Assim, além de ajudar a manter ou a melhorar a capacidade produtiva da terra, melhoram a estrutura física do solo, pois acumula maior quantidade de matéria orgânica (queda de folhas e galhos), proporcionando uma maior proteção do meio ambiente, um microclima mais estável, maior retenção de água e carbono no solo, tudo isso favorecendo a qualidade de vida da cultura do café que está inserido nesse sistema. Com essa produção de frutíferas e café, a renda familiar aumenta e também pode diminuir o efeito da sazonalidade do café, no caso a bienalidade, agregando menos volatilidade de rendas para esses agricultores.

3.2. Café conilon no estado do Espírito Santo

A produção de café no estado do Espírito Santo ocorre em 96% dos municípios capixabas (GODINHO et al., 2018). No Estado são cultivadas as

espécies *Coffea arabica* nas microrregiões do Caparaó, Sudoeste Serrana e Central Sul, ocupando 150.000 hectares de área colhida e *Coffea canephora* nas regiões do Sudoeste, Centro-Oeste, Nordeste, Rio Doce e Noroeste, ocupando 256.000 hectares de área colhida na safra de 2016/2017 (IBGE, 2017). O Espírito Santo é o segundo produtor nacional de café, ficando atrás apenas do estado de Minas Gerais. No Espírito Santo, a safra de 2017 produziu 9,3 milhões de sacas anuais, sendo responsável por 20,1% da produção nacional (GODINHO et al., 2018).

O cafeeiro conilon (*Coffea canephora* Pierre) pertence ao gênero *Coffea* da família Rubiaceae. É uma espécie rústica, com tolerância a pragas e doenças e adaptada a uma ampla faixa de condições edafoclimáticas tropicais, de baixas altitudes e temperaturas elevadas (FERRÃO et al., 2000).

As lavouras de café conilon no estado do Espírito Santo estão localizadas principalmente em propriedades rurais pequenas e de base familiar, com predomínio de lavouras em monocultivo, com uso de adubação mineral, agrotóxicos e alto uso de irrigação no norte do ES, e baixo uso de irrigação na região sul (SENNA et al., 2020).

Segundo Lopes et al. (2014), a ausência de práticas conservacionistas de solo em lavouras cafeeiras possibilita o seu empobrecimento, por meio das perdas por lixiviação, por exemplo, e contribui com a má nutrição das plantas, o que aumenta a susceptibilidade às pragas e doenças, promovendo desequilíbrios ecológicos.

Dentre as práticas agroecológicas com o potencial de aliar conservação e produtividade nas lavouras de café conilon, destacam-se o manejo orgânico e os consórcios agroflorestais com espécies frutíferas e madeireiras, principalmente para os pequenos produtores (VANDERMEER; PERFECTO, 2007) (Figura 7).

No Espírito Santo, o cultivo do café conilon com árvores ainda possui um número pequeno de adeptos; mas há produtores em número crescente que produzem café conilon com árvores. 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).

Na área desses consórcios mostrados no estudo de Damatta et al. (2007), viu-se que a maioria se dá no norte do estado e com espécies como cedro australiano, teca e seringueiras (arbóreas), além de frutíferas como cajueiro,

coqueiro e mamoeiro se destacando (Figura 8).



Figura 7. Café conilon em manejo orgânico, Muqui, sul do ES. Fonte: Acervo Igor Borges Peron (2022).

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

Nome comum	Nome científico	Espaçamento ¹ (m)	Municípios	Área total (ha) / (nº de propriedades)
Cajueiro	<i>Anacardium occidentale</i>	10x12	Vila Pavão	5,0 - (1)
Coqueiro	<i>Cocos nucifera</i>	9x8	São Gabriel da Palha	4,5 - (1)
Cedro Australiano	<i>Toona ciliate</i>	3 x 3 e 15 x 9m	Jerônimo Monteiro e Sooretama	31,0 - (2)
Grevilha	<i>Grevillea</i>	3x6 m e diversos	Vila Pavão	0,2 - (1)

Ingá	<i>Inga sp.</i>	9x6 e 11x10 m	Iconha, São Domingos do Norte	1,2 - (2)
Nim Indiano	<i>Azadirachta</i>	6x6m	Vila Valério	1,0 - (1)
Peroba	<i>Paratecoma peroba</i>	Diversos	Alegre	1,5 - (1)
Seringueira	<i>Hevea brasiliensis</i>	3x10 a 10x10m (FS) 18x4x3m (FD)	Vila Valério, São Gabriel da Palha	23,4 - (5)
Teca	<i>Tectona grandis</i>	8x8m	Sooretama	30,0 - (1)
Urucum	<i>Bixa orellana</i>	6x3m	São Gabriel da Palha	4,0 - (1)
Frutíferas, Madeiráveis e Seringueira	-	2x2 a 12x10 m, e diversos	São Gabriel da Palha, Nova Venécia, São Domingos do Norte, Rio Bananal	13,8 - (11)
Total	-	-	-	115,6 - (27)

Fonte: Damatta et al. (2007).

Segundo Rodrigues (2009), o sombreamento do cafeeiro deve atingir cerca de 30 a 50% da cobertura da área plantada. O sombreamento não afeta 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 a disponibilidade hídrica do solo (BEER et al., 1998).



Figura 8. 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 e consórcio formado (F). Fonte: Damatta et al. (2007).

Pavan et al. (2018) observaram aumento da biomassa microbiana do solo com o sombreamento do abacateiro, enquanto houve redução em café cultivado a pleno sol: provavelmente, em função das condições ambientais proporcionadas pelo sombreamento e da qualidade do material orgânico adicionado ao longo do tempo, que favoreceu o desenvolvimento microbiano.

Para implantação de um SAF com o plantio de espécies nativas frutíferas na lavoura de café é interessante optar por árvores com as seguintes características (SOUZA, 2018):

- ✓ Raízes profundas;
- ✓ Família das leguminosas;
- ✓ Plantas resistentes à poda;
- ✓ Boa produção de biomassa; e
- ✓ Reprodução sexuada de fácil controle.

A proposta de cultivos arborizados, por meio do sombreamento moderado, visa atenuar os efeitos de condições climáticas extremas, além de proporcionar maior sustentabilidade aos sistemas (PEZZOPANE et al., 2005). Os cultivos consorciados aumentam a biodiversidade das lavouras. Essa biodiversidade torna o sistema mais vigoroso, reduzindo ou até mesmo dispensando o uso de agrotóxicos e fertilizantes sintéticos (BERTALOT et al., 2004). Esse sistema de cultivo reduz a pressão de pragas e doenças (MOREIRA, 2009) e promove o aumento de inimigos naturais das pragas do cafeeiro (LIMA et al., 2010).

Os SAF podem ser considerados como sistemas de manejo que conservam as características do solo as mais próximas das condições naturais, havendo um melhor aproveitamento dos componentes do agroecossistema, no tempo e no espaço (NAIR, 1993). Segundo o mesmo autor, nos SAF com cafeeiro ocorrem interações ecológicas e econômicas entre as árvores e as outras culturas, que resultam em vantagens em relação aos sistemas em monoculturas.

Nesses sistemas a matéria orgânica apresenta papel preponderante na agregação dos solos. Segundo Senna et al. (2020), os solos sob lavouras de café conilon consorciadas ou em SAF possuem melhor qualidade física e orgânica do que lavouras em monocultivo (pleno sol).

Práticas agroecológicas de conservação do solo, tais como: cultivos consorciados, eliminação da capina, adoção de roçada, adubação orgânica, adubação verde, cobertura do solo, podas e desbastes nas culturas consorciadas, contribuem para o acúmulo de resíduos orgânicos, favorecendo maiores teores de matéria orgânica, sobretudo nas camadas mais superficiais do solo. As espécies utilizadas nos consórcios como cafeeiro conilon influenciam os atributos físicos do solo de forma distinta, sendo que sua escolha deve ser

ajustada às características do local e aos objetivos do produtor.

A implantação dos SAF nas lavouras de café orgânico proporciona vantagens ao produtor. Segundo Dubois (1996), os custos de implantação e manutenção podem ser mantidos entre limites aceitáveis para o produtor. Os SAF podem aumentar a renda familiar, por terem diversas espécies produzindo produtos diferentes em épocas diferentes, diminuindo as oscilações de renda desses produtores.

Outra vantagem que pode ser atribuída a esse sistema sombreado seria uma melhoria na qualidade de bebida desse café conilon, o que poderia elevar seu valor de mercado, entrando também na produção de cafés especiais, assim como o café arábica é altamente difundido.

4. Espécies arbóreas

A utilização do café em sistemas agroflorestais pode significar importante alternativa nas pequenas propriedades rurais. A utilização de espécies arbóreas em consórcios com a cultura do café é comumente adotada em vários países da América Central, Costa Rica, Equador, México, entre outros. No Brasil este cultivo de café em SAF ainda é incipiente, apesar de que o número de pessoas que buscam informações a respeito aumenta a cada dia, sendo que outras já estão fazendo utilização desse sistema em suas propriedades.

O sombreamento conduzido, com a adoção de espécies para consorciamento e espaçamentos apropriados, pode proporcionar resultados satisfatórios quando comparado ao cultivo a pleno sol. Entre as vantagens do sombreamento estão: produção de internódios mais longos; redução do número de folhas, porém folhas com maior tamanho; obtenção de cafés com bebida mais suave (maturação mais lenta); aumento da capacidade produtiva do cafeeiro e redução da bienalidade de produção; menor incidência da seca de ponteiros e da cercosporiose; diminuição da desfolha; baixo ataque de bicho mineiro; atenuação das temperaturas máximas e mínimas do ambiente (menor incidência de escaldadura e geadas); renda adicional pelo aproveitamento da espécie arbórea e redução da infestação de plantas espontâneas na lavoura (FERNANDES, 1986; MATIELLO, 1995).

A arborização com espécies para múltiplos usos que agregue valor à lavoura cafeeira se torna uma opção interessante à medida que pode minimizar

alterações climáticas, funcionar como quebra-ventos, abrigo para inimigos naturais de pragas e ainda representam uma opção de ganho para o produtor (SOUZA et al., 2020).

De acordo com esses mesmos autores, a seleção de espécies florestais mais apropriadas para o consorciamento e as interações entre as culturas são de fundamental importância para o aperfeiçoamento dos benefícios advindos da utilização em sistemas agroflorestais, pois as condições climáticas e edáficas irão definir quais espécies são mais adequadas para aquele ambiente (Figuras 9 e 10).



Figura 9. Lavoura de café sombreado com Teca, Cedro, Acácia e Abacate. Fonte: Assessoria de Comunicação UFLA (2016).

O cultivo de espécies arbóreas pode significar renda adicional ou uma poupança de valores, que em um momento de renovação da lavoura ou de um problema climático como granizo ou seca pode ser utilizado. Também, o mercado consumidor procura e paga ágio por produtos advindos de sistemas de produção mais equilibrados, com menor uso de defensivos e ambientalmente sustentáveis (SOUZA et al., 2020).



Figura 10. Cafeeiro com cedro australiano. Fonte: Caeté Florestal - PROCEDRO (2018).

Portanto, a produção de cafés em SAF se encaixa perfeitamente na realidade dos agricultores familiares, pois além de melhorar a renda dessas famílias, por meio da produção de outros alimentos como frutas, verduras e legumes, no longo prazo é possível obter renda com o corte das espécies madeiráveis. Esse tipo de cultivo auxilia na soberania alimentar, melhora a qualidade de vida desses produtores e possibilita a menor dependência de insumos agrícolas.

Cabem lembrar que cada região possui características intrínsecas, tais como relevo, solo, pluviosidade e biodiversidade, mostrando diferenças até mesmo dentro da mesma cidade, por exemplo. Os arranjos agroflorestais são aliados às necessidades e valores individuais de cada família, onde os SAF podem ser mais simples ou complexos, de acordo com a dinâmica de cada indivíduo, suas capacidades físicas, costumes e valores do mercado local onde esses se encontram estabelecidos.

Os estudos devem conscientizar os pequenos agricultores a exercer um senso crítico sobre os mercados e a comercialização dos produtos gerados pelos SAF, pois de nada adianta plantar banana, café e limão, caso naquela região o

consumo desses produtos não faz parte do cotidiano das pessoas. Tais pesquisas podem tornar os SAF competitivos frente a alternativas de agropecuária e silvicultura convencionais.

Mudanças na economia de subsistência nas regiões tropicais, para uma economia de mercado dos SAF, exigem estudo, desenvolvimento e aperfeiçoamento de tecnologias para esta modalidade de uso da terra. Deseja-se que essas tecnologias sejam capazes de integrar ações antrópicas e ambientais, evitando tanto a degradação das terras como a exploração desordenada da floresta, podendo melhorar a renda dos pequenos produtores, o que pode resultar na diminuição do êxodo rural.

Portanto, a potencialidade deste sistema de aliar aspectos ecológicos de ecossistemas naturais com a exploração agropecuária e florestal estimula a realização de mais estudos sobre os SAF. Mediante a grande aceitação e adotabilidade por parte dos agricultores em diversas regiões, é necessário um trabalho de difusão dos sistemas já definidos, com a participação dos produtores em todo o processo.

5. Considerações finais

No Brasil já existem SAF implantados e bem sucedidos, tanto em instituições de pesquisa como em área de produtor. No entanto, necessita-se avaliar parâmetros quantitativos e qualitativos das variáveis do meio biofísico dos SAF de interesse socioeconômicos já existentes no meio rural.

Ainda que os SAF sejam preconizados como uma alternativa capaz de promover mudanças ambientais e sociais, principalmente em regiões tropicais úmidas, fatores socioeconômicos, culturais e políticos têm impedido a criação de um cenário suficientemente atrativo, para que os diferentes segmentos da sociedade adotem essa modalidade de uso da terra.

Na área tecnológica, esta não adoção pelos pequenos agricultores está centrada, principalmente, na falta de informações de como manejar sistemas tão complexos e específicos para cada região. Todos esses fatores dificultam a generalização das conclusões das pesquisas e das recomendações extensionistas. Existe a necessidade de maior número de estudos sobre a autoecologia das espécies utilizadas.

Como prática agroecológica que busca ser sustentável, os SAF tem

chamado a atenção nos últimos anos por apresentarem uma gama de aspectos vantajosos aos modelos convencionais. Entretanto, conforme se tem verificado, são muitos os fatores, bióticos, abióticos e sociais, que estão envolvidos dentro de um SAF. Muitas das interações possíveis de serem encontradas em um SAF ainda não foram estudadas.

Existe a necessidade de desenvolver estudos sobre: a) os tipos existentes de SAF e quais seus componentes; b) a relação entre a diversidade e a estabilidade dos sistemas incluindo os vários parâmetros indicadores (por exemplo, rendimento líquido e ciclagem de nutrientes); e c) o conhecimento local sobre o estabelecimento, o manejo e o aproveitamento destes sistemas e de seus componentes.

Na cafeicultura, é necessário nortear caminhos alternativos ao modelo convencional de produção. Deve haver um enfoque sistêmico que resgate a importância das árvores no sistema de produção, particularmente pela deposição de serapilheira e matéria orgânica ao solo, fundamentais para procedimentos de recuperação ambiental, bem como de redução dos custos de produção.

É fundamental que se faça uma análise prévia das condições do local de implantação relacionadas ao clima, disponibilidade de água e qualidade do solo para o estabelecimento das culturas de interesse. A introdução de culturas para fins comerciais nas lavouras cafeeiras deve considerar o potencial de mercado da cultura de interesse, de forma a garantir o sucesso na comercialização dos produtos.

Ações de incentivo aos SAF poderiam ajudar na sua divulgação e mesmo expansão da sua introdução em novas propriedades; porém, devem estar acompanhadas de estímulo à agregação de valor, por exemplo, o pagamento por serviços ambientais (PSA), que facilitaria a maior adesão a esse tipo de manejo.

Os SAF favorecem uma agricultura mais sustentável, com retornos financeiros, paisagísticos e ecológicos, que podem trazer benefícios para além daqueles que implantam esse tipo de agricultura, podendo ser uma boa alternativa para quem quer viver do campo de uma forma mais integrada.

6. Referências bibliográficas

ARMANDO, M. S. **Agrofloresta para a agricultura familiar**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2002. 11 p.

BARCHI, R. Educação ambiental e (eco) governabilidade. Universidade de Sorocaba, Departamento de Geografia, Sorocaba, SP, Brasil. **Ciências e Educação**, Bauru, v. 22, n. 3, p. 635-650, 2016.

BEER, J.; MUSCHLER, R.; KASS, D.; SOMARRIBA, E. Shade management in coffee and cacao plantations. **Agroforestry Systems**, v. 38, p. 139-164, 1998.

BERNARDES, M. S. **Sistemas agroflorestais**. In: XXXIII SECITAP. Jaboticabal: UNESP, Palestra. 2008.

BERNARDES, T. G.; SILVEIRA, P. M.; MESQUITA, M. A. M.; AGUIAR, R. A.; MESQUITA, G. M. Decomposição da biomassa e liberação de nutrientes dos capins braquiária e mombaça, em condições de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 3, p. 370-377, 2010.

BERTALOT, M. J. A.; GUERRINI, I. A.; MENDOZA, E.; DUBOC, E.; BARREIROS, R. M.; CORRÊA, F. M. Retorno de nutrientes ao solo via deposição de serapilheira de quatro espécies leguminosas arbóreas na região de Botucatu – São Paulo, Brasil. **Scientia Forestalis**, n. 65, p. 219-277, 2004.

BRASIL. **Instrução Normativa N.007 de 17 de maio de 1999**. Estabelece normas para produção de produtos orgânicos vegetais e animais. Diário Oficial da União, Brasília, n. 94, Seção 1, p. 11, 19 maio 1999.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos do Ensino Fundamental**. Temas transversais. Brasília: MEC/SEF, 1998.

CALDAS, E. D.; SOUZA, L. C. K. R. Avaliação de risco crônico na ingestão de resíduos de pesticidas na dieta brasileira. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 34, n. 5, p. 529-537, 2000.

CANNAVO, P.; SANSOULET, J.; HARMAND, J. M.; SILES, P.; DREYER, E.; VAAST, P. Agroforestry associating coffee and *Inga densiflora* results in complementarity for water uptake and decreases deep drainage in Costa Rica. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 140, n. 1-2, p.1-13, 2011.

CARVALHO, A. M.; COSER, T. R.; REIN, T. A.; DANTAS, R. A.; SILVA, R. R.; SOUZA, K. W. Manejo de plantas de cobertura na floração e na maturação fisiológica e seu efeito na produtividade do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 7, p. 551-561, 2015.

CARVALHO, I. C. M. **A invenção ecológica: narrativas e trajetórias da educação ambiental no Brasil**. 2. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2002. 232 p.

CARVALHO, V. L. de; CHAULFOUN, S. M. **Doenças do cafeeiro: diagnose e controle**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2000. 44p. (Boletim Técnico, 58).

CARVALHO, Y. M. C. de. Agricultura orgânica e o comércio justo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 19, n. 2, p. 205-234, 2002.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Compêndio de Estudos Conab**. v. 1 (2020). - Brasília: Conab, 2020.

CORTEZ, F. **Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico**. 4. ed. São Paulo: A, 2004b. 256 p.

CRASWELL, E. T.; SAJJAPONGSE, A.; HOWLETT, D. J. B.; DOWLING, A. J. Agroforestry in the management of sloping lands in Asia and the Pacific. **Agroforestry Systems**, v. 38, n. 1-3, p. 121-137. 1998.

DA MATTA, F. M.; ARAÚJO, J.; RONCHI, C.; SALES, E. **O café conilon em sistemas agroflorestais**. Café Conilon. Incaper, Vitória, 2007.

DAMATTA, F. M. Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee: a review. **Field Crops Research**, v. 86, n. 2-3, p. 99-114, 2004.

DANTAS, G. C. da S. **Educação Ambiental: Brasil Escola**. Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/educacao/educacao-ambiental.htm>>. Acesso em: 02 jun. 2020.

DEAN, W. **A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira**. 3.ed. São Paulo: Companhia da Letras, 1997.

DUBOIS, J. C. L. **Manual Agroflorestal para a Amazônia**. v.1. Rio de Janeiro: REBRAF. 228 p. 1996.

EIRAS, P. P.; COELHO, F. C. Utilização de leguminosas na adubação verde para a cultura de milho. **Revista científica internacional**, ano 4, n. 17, p. 96-124, 2011.

EMBRAPA. **Adubação verde**. Seropédica. Embrapa Agrobiologia. 2011.

ESTEVES, J.; SILVESTRE, L. **Cafés sustentáveis: Espírito Santo promoveu Lançamento do Currículo de Sustentabilidade do Café em âmbito nacional**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/>>. Acesso em: 10 jul. 2020.

FAGAN, E. B.; SOUZA, C. H. E. de; PEREIRA, N. M. B.; MACHADO, V. J. Effect of time on coffee bean (*Coffea* sp.) growth in cup quality. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 5, p. 729-738, 2011.

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.

FERNANDES, D. R. Manejo do Cafezal. In: RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Eds.). **Cultura do Cafeeiro**. Piracicaba: Potafós, 1986. cap. 36, p. 275-301.

FERNANDES, J. M.; SIQUEIRA, L. C.; GARCIA, F. C. P. Agrobiodiversidade em sistemas de produção agroecológica. In: L. C. E. A. Ming (Ed.). **Agrobiodiversidade no Brasil: experiência e caminhos da pesquisa**. Recife: NUPEEA, 2010. Agrobiodiversidade em sistemas de produção agroecológica, p. 75-94.

FERRÃO, R.; VOLPI, P.; COMÉRIO, M.; KAULZ, M.; FERRÃO, M.; FONSECA, A.F.A.; TRAGINO, P. **Marilândia ES-8143**: cultivar clonal de café conilon tolerante a seca para o Espírito Santo. Vitória: Incaper, 2017. 5 p.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da; FERRÃO, M. A. G.; MUNER, L. H. de (Editores técnicos). **Café Conilon**. 2. ed. atual. e ampl. 2ª reimpressão - Vitória, ES: Incaper, 2007. 748 p.

FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; BRAGANÇA, S. M. **Avaliação de clones de café conilon no Estado do Espírito Santo**. In: Anais do Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Poços de Caldas, Embrapa Café, 2000.

FERRARI NETO, J.; CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; COSTA, C. H. M. Consórcio de guandu-anão com milheto: persistência e liberação de macronutrientes e silício da fitomassa. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 2, p. 264-272, 2012.

FORNAZIER, M. J.; MARTINS, D. S.; FANTON, C. J.; BENASSI, V. L. R. M. Manejo de Pragas do Café Conilon. In: FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. DA.; FERRÃO, M. A. G.; DE MUNER, L. H. **Café conilon**, v. 2, p. 407-449, 2017.

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.

GARCIA, E. G. **Agrotóxicos e Prevenção**: manual de treinamento. São Paulo: Fundacentro, 1991.

GARCIA, E. G.; ALMEIDA, W. F. de. Exposição de trabalhadores rurais aos agrotóxicos no Brasil. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 19, n. 72, p. 7-11, 1991.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. 4. ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/ UFRGS, 2009. 654 p.

GODINHO, T. D. O.; ROCHA, J.; FERRÃO, L.; SPERANDIO, F. D. M.; GALEANO, E.; CAETANO, L. **Síntese da produção agropecuária do Espírito Santo** 2016/2017, Vitória: INCAPER, p. 257, 2018.

GOMES, J. M.; SILVA, A. R. da. Os substratos e sua influência na qualidade de mudas. In: BARBOSA, J. G. et al. (Ed.) **Nutrição e adubação de plantas**

cultivadas em substrato. Viçosa: UFV, 2004. p. 190-225.

GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: SOLO 96 - SUELO CONGRESSO LATINOAMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13, 1996, Águas de Lindóia. **Resumos expandidos...** Águas de Lindóia: SLCS/SBCS, 1996.

HERZOG, F. Multipurpose shade trees in coffee and cocoa plantations in Côte d'Ivoire. **Agroforestry Systems**, v. 27, p. 259-267, 1994.

ICO - International Coffee Organization. **Historical data on the global coffee trade.** Disponível em: http://www.ico.org/new_historical.asp. Acesso em: 18 ago. 2021

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola.** Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento da safra agrícola do Espírito Santo, 2017.

JUNIOR, S. L. **Sustentabilidade em propriedades familiares produtoras de café especial da região nordeste paulista por meio do Método ISA.** Tese de dissertação - UFLA, 2017. 119 p.

LEFF, E. **Saber ambiental:** sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.

Lei, nº **9.795, de 27 de abril de 1999.** Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília, DF, 1999.

LEITE, L. F. C.; FREITAS, R. C. A.; SAGRILO, E.; GALVÃO, S. R. S. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos vegetais depositados sobre Latossolo Amarelo no cerrado maranhense. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 1, p. 29-35, 2010.

LIMA, G. F. da C. Crise ambiental, educação e cidadania: os desafios da sustentabilidade emancipatória. In: LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P.; CASTRO R. S. de (Orgs.). **Educação ambiental:** repensando o espaço da cidadania. 2ª ed. São Paulo: Cortez, 2002.

LIMA, S. S. D.; LEITE, L. F. C.; AQUINO, A. M. D.; OLIVEIRA, F. D. C.; CASTRO, A. A. J. F. Serapilheira e teores de nutrientes em Argissolo sob diferentes manejos no norte do Piauí. **Revista Árvore**, v. 34, n. 1, p.75-84, 2010.

LIN, B. B. Agroforestry management as an adaptive strategy against potential microclimate extremes in coffee agriculture. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 144, n. 1-2, p. 85-94, 2007.

LIN, B. B. Agroforestry management as an adaptive strategy against potential microclimate extremes in coffee agriculture. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 144, n. 1-2, p. 85-94, 2010.

LOPES, A. S. **A survey of the fertility of soils under “Cerrado” vegetation in Brasil** - Tese de Mestrado - North Carolina State Univ. 1975.

LOPES, P. R.; ARAÚJO, K. C. S.; LOPES, I. M.; RANGEL, R. P.; DE FREITAS SANTOS, N. F.; KAGEYAMA, P. Y. Uma análise das consequências da cafeicultura convencional e das opções de modelos sustentáveis de produção: agricultura orgânica e agroflorestal. **Revista Espaço de Diálogo e Desconexão**, v. 8, n. 2, p.1- 38, 2014. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/redd/article/view/6912>. Acesso em: 18 jun. 2022.

MAIA, J. S. S. **Educação ambiental crítica e formação de professores**. 1. ed. Curitiba: Appris, 2015. 241 p.

MAIA, J. S. S. Educação ambiental sócio-histórica como perspectiva para a reflexão-ação sobre o trabalho pedagógico nos primeiros anos da educação fundamental. In: TOZONI-REIS, M. F. C.; MAIA, J. S. S. (Coord.). **Educação ambiental a várias mãos: educação escolar, currículo e políticas públicas**. Araraquara: Junqueira e Marin, 2014. p. 26-40.

MALTA, M. R.; THEODORO, V. C. A. de; CHAGAS, S. J. R. Características físico-químicas e sensoriais de café beneficiado conduzido sob o sistema orgânico no município de Paraisópolis/MG. In: **SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL; SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL**, 2003, Porto Seguro. **Anais...** Brasília: EMBRAPA Café, 2003. p. 258-258.

MARTÍNEZ, M. L.; PÉREZ-MAQUEO, O. V.; CASTILLO-CAMPOS, G.; GARCÍA-FRANCO, G.; MEHLTRETER, J.; EQUIHUA, K.; LANDGRAVE, M.; ROSARIO, A. Effects of land use change on biodiversity and ecosystem services in tropical montane cloud forests of Mexico. **Forest Ecology and Management**, v. 258, n. 9, p.1856-1863, 2009.

MARTINS, C. R.; GOMES, V. B.; WOLFF, L. F.; CARDOSO, J. H. **Leguminosas na fruticultura: uso e integração em propriedades familiares do sul do Brasil – Brasília, DF: Embrapa**, p. 66, 2019.

MARTINS, M. C.; SOUZA, M. N. Uma análise das variáveis do desenvolvimento rural sustentável no uso da Integração Lavoura Pecuária e Floresta (ILPF) em municípios da Zona da Mata de Minas Gerais. Multifuncionalidades sustentáveis no campo. **Agricultura, pecuária e florestas**, v. 5, p. 10-15, 2013.

MATIELLO, J. B. **Sistemas de Produção na Cafeicultura Moderna**, Tecnologias de plantio adensado, renque mecanizado, arborização e recuperação de cafezais. Rio de Janeiro: MM Produções Gráficas, 1995. 102 p.

MESQUITA, C. M. D.; MELO, E. M.; REZENDE, J. E.; CARVALHO, J. S.; FABRI JÚNIOR, M. A.; MORAES, N. C.; ARAUJO, W. G. **Manual do café: implantação de cafezais *Coffea arabica* L.** Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016. 50 p.

MESQUITA, C. M. D.; REZENDE, J. E.; CARVALHO, J. S.; FABRI JÚNIOR, M. A.; MORAES, N. C.; DIAS, P. T.; ARAÚJO, W. G. **Manual do café: manejo de cafezais em produção**. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016. 72 p.

MIRANDA, S. C.; MATA, C. R.; FONSECA, K. S.; CARVALHO, P. S. Apontamentos sobre mudanças climáticas na agricultura Brasileira. **Revista Enciclopédia Biosfera**, v. 15, n. 27, p. 95-106, 2018.

MONTAGNINI, F. A. **Sistemas Agroflorestales**: principios y aplicaciones en los trópicos. San Jose, Costa Rica: II CA. 1992. 622 p.

MORAIS, H.; CARAMORI, P. H.; KOGUISHI, M. S.; GOMES, J. C.; RIBEIRO, A. M. Sombreamento de cafeeiros durante o desenvolvimento das gemas florais e seus efeitos sobre a frutificação e produção. **Ciência Rural**. v. 39, n. 2, p. 400-406, 2009.

MOREIRA, C. F. **Sustentabilidade de sistemas de produção de café sombreado orgânico e convencional**. Piracicaba, 2009. 145 p. Tese de doutorado (Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz, ESALQ-USP 2009.

MÜLLER, J. S. **Sistemas agroflorestais com café (*Coffea arabica* L.) e cedro-australiano (*Toonaciliata M. Roem. var. australis* (F. Muell.) Bahadur) na zona da mata de Minas Gerais**: estudo de caso. Viçosa, 2004. 51 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – UFV.

MUSEBE, R.; AGWANDA, C.; MEKONEN, M. **Primary coffee processing in Ethiopia**: patterns, constrains and determinants, p. 1417-1421, 2007. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/228470404%0APrimary>. Acesso em: 21 jan. 2022.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; DA FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858. 2000.

NAIR, P. K. R. **Agroforestry systems in the tropics**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1989. 664 p. (Forestry Sciences, 31).

NAIR, P. K. R. **An introduction to agroforestry**. Flórida: Kluwer Academic Publishers, p. 505, 1993.

OCAMPO, J. A. O mercado mundial de café e o surgimento da Colômbia como um país cafeicultor. Rio de Janeiro, **Revista Brasileira de Economia**, v. 37, n. 4.

OLIVEIRA, T. K. de. **Caracterização de dois modelos de consórcios agroflorestais, índices técnicos e indicadores de viabilidade financeira/ Rio Branco**, AC: Embrapa Acre, 2010.

PAVAN, B. S.; MELLONI, R.; ALVARENGA, M. I. N.; FERREIRA, G. M. R. Sistema agroflorestal cafeeiro-abacateiro e seus efeitos na qualidade do solo. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n. 05, p. 1917-1925, 2018.

PEDROZA, J. P.; VAN HAANDEL, A. C.; BELTRÃO, N. E. de M.; DIONÍSIO, J. A. Produção e componentes do algodoeiro herbáceo em função da aplicação de biossólidos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e do Ambiente**, v. 7,

n. 3, p. 483-488, 2003.

PEREIRA, L. L.; MORELI, A. P.; SIQUEIRA, E. A.; GUARÇONI, R. C.; SANTOS, A. R. S.; MOREIRA, T. R. **Produção de cafés especiais e sua relação com as condições edafoclimáticas: uma abordagem introdutória ao tema.** Tópicos em Agroecologia, v. 2, Cap. 13, p. 232-248, 2020.

PEZZOPANE, J. R. M.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; GALLO, P. B. Balanço de energia em cultivo de café a pleno sol e consorciado com banana "Prata Anã". **Rev. Bras. de Agron.**, v. 15, n. 2, p.169-177. 2007.

PEZZOPANE, J. R. M.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; GALLO, P. B. Radiação solar e saldo de radiação em cultivo de café a pleno sol e consorciado com banana 'Prata Anã'. **Bragantia**, v. 64, n. 3, p. 487- 499, 2005.

PRADO J. C. **História econômica do Brasil.** 10. ed. São Paulo: Brasiliense, 1967.

REIS, P. R.; SOUZA, J. C.; VENZON, M. Manejo ecológico de pragas do cafeeiro. **Informe Agropecuário**, v. 23, p. 84-99, 2002.

RENA, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; UAMADA, J. **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade.** Potafos, 1986, 447p.

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.

RIBASKI, J.; RADOMSKI, M. I.; RIBASKI, S. A. G. **Potencialidade dos sistemas silvipastoris para a produção animal sustentável no Brasil.** In: II CONGRESO COLOMBIANO Y 1er Seminario internacional de silvopastoreo, 2012, Medellin. II Congreso colombiano y 1er seminario internacional de silvopastoreo. Medellin, 2012.

RICCI, M. D. S. F.; ALVES, B. J. R.; MIRANDA, S. C. D.; OLIVEIRA, F. F. D. Growth rate and nutritional status of an organic coffee cropping system. **Sci. Agric.** Piracicaba, v. 62, n. 2, p. 138-144, 2005.

RICCI, M. D. S. F.; ALVES, B. J. R.; AGUIAR, L. A. D.; MANOEL, R. M.; SEGGS, J. H.; OLIVEIRA, F. F. D.; MIRANDA, S. C. D. **Influência da adubação verde sobre o crescimento, estado nutricional e produtividade do café cultivado no sistema orgânico.** Seropédica, RJ: Embrapa Agrobiologia, 2002. 29p. (Documentos, 153).

RICCI, M. S. F.; MENEZES, M. B.; COSTA, J. R. Influência do sombreamento de cafeeiros manejados em sistema orgânico na região serrana do Estado do Rio de Janeiro. **Pesquisa agropecuária brasileira.** Brasília, v. 41, n. 4, p. 569-575, 2006.

ROCHA, M. R.; SOUZA, G. S.; SANTOS, G. A.; PEREIRA, L. L.; SOUZA, T. S.; CASTELÃO, A. L. Produtividade e qualidade de bebida do café conilon consorciado e a pleno sol. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E

TECNOLÓGICA (SICT) DO INCAPER, 2016. JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E INOVAÇÃO DO IFES, 11., 2016, Venda Nova do Imigrante. **Anais...** Venda Nova do Imigrante: Ifes/Incaper, 2016.

RODRIGUES, V. G. S. **Avaliação do desenvolvimento vegetativo de cafeeiros arborizados e a pleno sol**, Embrapa Rondônia, p. 4, 2009 (Circular Técnica, 112).

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.

SIDRIM, A. E. G. **Sistema agrossilvipastoril com caprinos pastejando**. 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/-/midia/4693001/sistema-agrossilvipastoril>. Acesso em: 20 jun. 2022.

SIQUEIRA, H. M.; SENNA, D. S.; ARAUJO, J. B. S.; SILVA, M. W.; TURBAY, E. R. M. G. análise econômica de consórcios do cafeeiro conilon com espécies perenes e florestais no sul do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 15, n. 5, p. 222-235, 2020.

SOUZA, I. I. de M.; ARAÚJO, E. da S.; JAEGGI, M. E. P. C.; SIMÃO, J. B. P.; ROUWS, J. R. C.; SOUZA, M. N. Effect of Afforestation of Arabica Coffee on the Physical and Sensorial Quality of the Bean. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 42, n. 7, p. 133-143, 2020.

SOUZA, J. L. **Agroecologia e agricultura orgânica: princípios técnicos, métodos e práticas**. Vitória, ES: Incaper, p. 32, 2015.

SOUZA, M. N. **Degradação Antrópica e Procedimentos de Recuperação Ambiental**. Balti, Moldova, Europe: Novas Edições Acadêmicas, 2018. 376 p.

TSCHARNTKE, T.; KARP, D. S.; CHAPLIN-KRAMER, R.; BATÁRY, P.; DECLERCK, F.; GRATTON, C.; ZHANG, W. When natural habitat fails to enhance biological pest control – Five hypotheses. **Biological Conservation**, v. 204, p. 449-458, 2016.

VAAST, P.; BERTRAND, B.; PERRIOT, J. J.; GUYOT, B.; GENARD, M. Fruitthinning and shade improve bean characteristics and beverage quality of coffee (*Coffea arabica* L.) under optimal conditions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 86, n. 2, p. 197-204, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jsfa.233>. Acesso em: 13 jul. 2016.

VENZON, M.; TOGNI, P. H. B.; CHIGUACHI, J. A. M.; PANTOJA, G. M.; DA SILVA BRITO, E. A.; SUJII, E. R. Agrobiodiversidade como estratégia de manejo de pragas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 40, n. 305, p. 21-29, 2019.

VIÇOSI, D. B.; ZANDONADI, C. U.; ROSSI, V. S.; SILVA, W. Z.; ALIXANDRE, F. T.; KROLING, C. A.; FERREIRA, C. C.; PAULA, E.; MARTINUZZO, M. B.; SOUZA, D. G.; FORNAZIER, M. L.; DE MUNER, L. H.; ALIXANDRE, R. D.;

MACETTE, H. A.; MARTINS, D. S.; FAVARATO, L. F.; FORNAZIER, M. J.; GUARCONI, R. G. Establishing the initial benchmark for the sustainability of Arabica coffee-growing householders in a highland region, Brazil. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science**, v. 9, p. 69-82, 2022. <https://dx.doi.org/10.22161/ijaers.94.7>.

WILLER, H.; TRÁVNÍČEK, J.; MEIER, C.; SCHLATTER, B. **The world of organic agriculture statistics and emerging trends 2021**. Research institute of organic agriculture FiBL, IFOAM - Organic International. Bonn - Germany, p 340, 2021.

YOUNG, A. **Agroforestry for soil conservation**. Wallingford: CAB Internacional, 1994. 276 p.

Autores

João Marcos Verly de Oliveira da Silva, Maurício Novaes Souza*, Otacílio José Passos Rangel, Maurício Lorenção Fornazier, Geisa Correa Louback, Grazielli Pirovani, Bruna Lopes Caon, Mauricio Ferreira Moreira, Camila Barbiero Siqueira, Guilherme Andrião Trugilho, Marciano Kaulz, Aline Marchiori Crespo, Ana Lúcia Chaves Gomes, Marcus Vinícius Campos Gall, Andresa Carolina Mendes Pinheiro, Ana Cláudia Moreira Guerra, Igor Borges Peron

Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre. Caixa Postal 47, CEP: 29500- 000, Alegre-ES, Brasil.

* Autor para correspondência: mauricios.novaes@ifes.edu.br