

Sustentabilidade socioeconômica de consórcios do cafeeiro conilon com banana, palmito, gliricídia e ingá

Socioeconomic sustainability of consortia of conilon coffee with banana, heart of palm, gliricidia and inga
Sostenibilidad socioeconómica del cultivo intercalado de café conilon con plátano, palmito, gliricidia y ingá

Halloysio Mechelli de Siqueira¹; João Batista Silva Araújo²; Wanessa Rocha Teixeira³; Ricardo Eugênio Pinheiro⁴

¹Professor da Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, campus de Alegre, DSc. Produção Vegetal (com ênfase em Socioeconomia) pela UENF. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8972-4170>. Alegre-ES, Brasil. Email: halloysio.siqueira@ufes.br

²Pesquisador do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – Incaper, DSc. Fitotecnica/Agroecologia pela UFV. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8536-9901>. Venda Nova do Imigrante-ES. Email: joaoaraujovni@gmail.com

³Bolsista no Incaper, estudante de Agronomia na Multivix-Serra. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-3066-4899>. Iúna-ES, Brasil. Email: wanessaefa@gmail.com

⁴Extensionista do Incaper. Especialista em Ciência Biológica pela Faculdade de Ferlagos. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-0463-9434>. Alegre-ES, Brasil. Email: reugenio@incaper.es.gov.br

Recebido em: 02 out. 2025; Aceito em: 08 ago. 2025; Publicado em: 01 10 2025

RESUMO

O objetivo deste artigo é abordar os resultados da segunda avaliação socioeconômica sobre os consórcios agroflorestais testados na Unidade de Pesquisa Agroflorestal do Incaper, em Cachoeiro de Itapemirim-ES. A área foi dividida em cinco talhões, sendo um com cafeeiro solteiro e os demais com cafeeiro em quatro consórcios: com bananeira, palmeira pupunha, gliricídia e ingazeiro, todos conduzidos sob manejo orgânico. Os indicadores econômicos considerados foram o custo operacional de produção/comercialização, a produtividade, as margens operacionais e o índice benefício/custo. Também foi calculado o índice de equivalência de área. Verificou-se que todos os tratamentos foram economicamente viáveis, sendo o consórcio do café com a pupunha o que obteve o melhor desempenho, além de ter sido mais eficiente no uso da terra que o monocultivo de café. O trabalho adicional de poda das árvores não foi compensado, na mesma proporção, pela significativa redução nas roçadas. Demonstrou-se que os consórcios agroflorestais testados podem ampliar a sustentabilidade socioeconômica da agricultura familiar, principalmente quando as culturas consorciadas também geram produtos de valor comercial.

Palavras-chave: *Coffea canephora*, sistemas agroflorestais, viabilidade econômica, produção sustentável.

ABSTRACT

The objective of this article is to discuss the results of the second socioeconomic evaluation of agroforestry consortia tested at the Agroforestry Research Unit of Incaper in Cachoeiro de Itapemirim, Espírito Santo state, Brazil. The area was divided into five plots: one with monoculture coffee and the others with coffee in four consortia: with banana, peach palm, gliricidia and inga, all managed under organic practices. The economic indicators considered included production and trading operational cost, productivity, operational profitability, and benefit-cost index. An area equivalence index was also calculated. It was found that all treatments were economically viable, with the coffee-pupunha consortium exhibiting the best performance and demonstrating greater land-use efficiency compared to coffee monoculture. The additional labor involved in pruning the trees was not proportionately compensated by the significant reduction in weeding. This study demonstrates that agroforestry consortia tested can enhance the socioeconomic sustainability of family farming, particularly when the associated crops also generate commercially valuable products.

Keywords: *Coffea canephora*, agroforestry systems, economic viability, sustainable production.

RESUMEN

El objetivo de este artículo es abordar los resultados de la segunda evaluación socioeconómica de los consorcios agroforestales probados en la Unidad de Investigación Agroforestal del Incaper, en Cachoeiro de Itapemirim-ES. El área se dividió en cinco parcelas, una con cafetos individuales y las otras con cafetos en cuatro consorcios: con plátano, palma de pupunha, gliricidia y ingá, todos manejados bajo manejo orgánico. Los indicadores económicos considerados fueron el costo operativo de producción/venta, la productividad, los márgenes operativos y la relación beneficio/costo. También se calculó el índice de equivalencia de área. Se encontró que todos los tratamientos fueron económicamente viables, siendo el consorcio de café y pupunha el que mejor desempeño logró, además de ser más eficiente en el uso del suelo que el monocultivo de café. El trabajo adicional de poda de árboles no fue compensado, en la misma proporción, por la importante reducción de la siega. Se ha demostrado que los consorcios agroforestales probados pueden aumentar la sostenibilidad socioeconómica de la agricultura familiar, especialmente cuando los cultivos intercalados también generan productos de valor comercial.

Palabras-clave: *Coffea canephora*, sistemas agroforestales, viabilidad económica, producción sostenible.

INTRODUÇÃO

O enorme desafio atual de ampliar a sustentabilidade da agricultura, diante das mudanças climáticas e das fragilidades dos sistemas em monocultura, tem impulsionado a busca por alternativas tecnológicas mais adaptadas, dentre as quais se destacam os Sistemas Agroflorestais (SAFs). Segundo Deitenbach *et al.* (2008), os SAFs são sistemas de produção nos quais espécies perenes lenhosas são utilizadas e manejadas em associação com culturas vegetais e/ou criações animais, de modo que o consórcio contenha, pelo menos, uma espécie tipicamente florestal.

Nair e Dagar (1991) afirmam que os SAFs devem possuir os atributos de produtividade (manter ou aumentar a produção), sustentabilidade (conservação do potencial de produção da base de recursos) e aceitabilidade pela comunidade agrícola. Vantagens como conservação do solo, ciclagem de nutrientes, formação de microclima mais estável, diversificação da renda e segurança alimentar, entre outras, são comumente mencionadas em defesa dos SAFs.

Na avaliação dos SAFs, um dos aspectos fundamentais a considerar é a sua viabilidade econômica, sabendo que essa representa um dos pilares da sustentabilidade agrícola. Porém, há uma carência de estudos com esse enfoque (Gonçalves; Schlindwein; Martinelli, 2021)¹. Entre os estudos econômicos sobre consórcios agroflorestais com o cafeeiro (*Coffea arabica* e *Coffea canephora*), realizados no Brasil, registra-se o de Richetti, Motta e Mariani (2015), em experimento conduzido numa escola municipal de Ivinhema-MS, onde foram analisados três sistemas de produção, sendo dois consórcios, café arábica com banana (*Musa spp.*) e café arábica com leucena (*Leucaena leucocephala*), e o café solteiro. Concluíram que o consórcio com banana foi o sistema que teve maior eficiência econômica e o com leucena foi inviável. Outro estudo experimental foi realizado por Silva *et al.* (2013), enfocando o cultivo de café consorciado com mamão (*Carica papaya*), numa das fazendas da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG, no extremo norte de Minas Gerais, verificou-se que esse consórcio gerou retorno econômico superior ao monocultivo de café.

¹ Considerando uma amostra de 92 artigos, teses e dissertações, numa escala temporal de 10 anos (2010 a 2020), foi observado que apenas 18 têm como objetivo avaliar economicamente a vantagem ou não de um SAF.

Também vale citar os estudos de casos enfocando as experiências de cafeicultores. Alves *et al.* (2015) analisaram um caso de consórcio de café arábica com banana prata (*Musa sapientum*) e árvores nativas, em Araponga-MG, demonstrando a viabilidade econômica desse SAF. Sales e Formentini (2014) verificaram que o consórcio de café conilon com cajá (*Spondias mombin*), referente a um caso em Boa Esperança-ES, torna-se viável economicamente a partir do terceiro ano, mesmo sem obter a produção de cajá. Por sua vez, Mangabeira *et al.* (2009) realizaram um monitoramento dos sistemas agroflorestais na cultura do café em Machadinho d'Oeste, Rondônia, com base em dados declarados pelos produtores, comparando 100 lotes com café a pleno sol e 72 com café sombreado. Constataram que as produtividades médias foram estatisticamente iguais e que o custo médio de produção do café sombreado foi 5% menor.

Tais resultados reforçam a necessidade de ampliação e aprofundamento de estudos sobre o desempenho econômico de SAFs², considerando os diferentes arranjos de consórcio, em diferentes regiões, no sentido de gerar indicadores de sustentabilidade para a produção em SAFs.

O Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – Incaper mantém uma Unidade de Pesquisa Agroflorestal, focada na produção de café conilon, que se localiza no município de Cachoeiro de Itapemirim, estado do Espírito Santo. Os tratamentos que vem sendo testados são os seguintes: um com cafeeiro solteiro e os demais com cafeeiro em quatro diferentes consórcios, sendo com bananeira (cv. Japira), palmeira pupunha (*Bactris gasipaes*), ingazeiro de metro (*Inga edulis*) e gliricídia (*Gliricidia sepium*).

No primeiro estudo econômico na referida área (Siqueira *et al.*, 2020), constatou-se que os tratamentos economicamente viáveis foram os consórcios do café conilon com o palmito pupunha e com a banana, pois obtiveram índices benefício/custo iguais a 1,39 e 1,11, respectivamente, considerando o custo operacional total no cálculo. Os demais tratamentos foram economicamente inviáveis. Os dados de custo de produção foram

² Também existem trabalhos de avaliação de investimento de capital em SAFs para verificar a sua viabilidade econômico-financeira, com base nos resultados futuros esperados, usando indicadores como o Valor Presente Líquido e a Taxa Interna de Retorno, podendo citar Paulus *et al.* (2021) e Padovan *et al.* (2023), entre outros. Porém, este não é o caso do presente estudo.

coletados no período de julho de 2017 a julho de 2018; e as produtividades do cafeeiro conilon foram referentes às safras dos anos de 2016, 2017 e 2018.

A baixa produtividade média do café conilon (cinco talhões) na referida Unidade Experimental, chegando a 13,9 sc ha⁻¹, foi o principal fator que levou a esse desempenho econômico ruim, principalmente nos consórcios com ingá e gliricídia e no café solteiro, em que a renda gerada foi oriunda somente do café. Essa baixa produtividade³ foi decorrente da adubação inadequada, com o parcelamento em duas aplicações do composto orgânico (outubro e fevereiro), sendo que o adubo de fevereiro não atendeu à necessidade nutricional do cafeeiro na fase de granação do café.

No período de 2020 a 2023, a adubação orgânica foi ajustada para uma aplicação anual única (outubro/novembro), mantendo a mesma dose dos anos anteriores (50% da recomendação). Também foi retirada a metade das bananeiras para reduzir o sombreamento a menos de 35%. Diante disso, procedeu-se a uma segunda coleta de dados de custo de produção e das produtividades do cafeeiro conilon e das culturas consorciadas, visando a uma nova avaliação econômica, cujos resultados são apresentados e discutidos neste artigo. O presente estudo busca contribuir na compreensão sobre o papel dos SAFs para a sustentabilidade da agricultura, com base nos resultados econômicos obtidos na referida Unidade Experimental do Incaper. A pressuposição é que determinados consórcios agroflorestais podem contribuir para tornar o processo produtivo mais sustentável socioeconomicamente.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado na Unidade de Pesquisa Agroflorestal, na Fazenda Experimental Bananal do Norte do Incaper, que se localiza no distrito de Pacotuba, município de Cachoeiro de Itapemirim, na região sul do estado do Espírito Santo, com latitude 20°45” S, longitude 41°47” W e altitude de 146 m.

³ No estudo anterior (Siqueira *et al.*, 2020), a baixa produtividade foi justificada somente em função do déficit hídrico no período enfocado, visto que os cafeeiros não foram irrigados. Entretanto, após o avanço da pesquisa e análises mais refinadas, se concluiu que o fator adubação inadequada teria maior influência na produtividade obtida.

O solo da área é classificado como Neossolo Flúvico Tb Eutrófico, conforme a Embrapa. O clima local é tropical, com inverno seco, apresentando 18°C de temperatura mínima no mês mais frio e 31°C de máxima no mais quente, com precipitação média anual de 1.046 mm, conforme o Incaper.

A Unidade de Pesquisa foi implantada em janeiro de 2013, com o cafeeiro conilon (*Coffea canephora* Pierre), variedade Robusta Tropical, tendo em vista a geração de tecnologias agroflorestais adequadas à agricultura familiar. A área ocupada é de 6.120 m², dividida em cinco talhões, sendo um com cafeeiro solteiro e os demais com quatro diferentes consórcios: com bananeira (cv. Japira, híbrido do grupo AAAB, das espécies *Musa acuminata* e *Musa balbisiana*); palmeira pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth); gliricídia (*Gliricidia sepium* Jacq. Steud); e ingazeiro de metro (*Inga edulis* Mart.). O cafeeiro foi plantado no espaçamento de 3,0 x 1,0 m (3.333 plantas ha⁻¹). As espécies consorciadas com o cafeeiro foram plantadas, inicialmente, no espaçamento de 3,0 x 6,0 m (556 plantas ha⁻¹), nas linhas de cultivo deste, substituindo um pé de café a cada cinco pés. Após o segundo ano metade das plantas de gliricídia e ingazeiro foram retiradas, ficando no espaçamento de 6,0 x 6,0 m (278 plantas ha⁻¹). Em 2020 também foram retiradas metade das bananeiras para reduzir o sombreamento a menos de 35%, ficando com densidade de 278 plantas ha⁻¹.

Todos os tratamentos seguem o manejo orgânico em sequeiro. A adubação⁴ foi feita com esterco de galinha, aplicado uma única vez em outubro/novembro, sendo baseada no teor de nitrogênio deste adubo orgânico e calculada para fornecer 50% do mesmo, para uma produtividade de 39,5 sc ha⁻¹ da variedade Robusta Tropical, conforme Ferrão *et al.* (2017).

O cafeeiro foi conduzido com quatro hastes por planta. A pupunha foi manejada sem desbaste de perfilhos, com corte de palmito após o aparecimento do primeiro nó (cicatriz foliar) visível na base da planta (Yuyama *et al.*, 2005). A bananeira foi conduzida com três pseudocaules por touceira (Costa *et al.*, 2006). O ingá e a gliricídia foram podados em

⁴ A aplicação única, sem parcelar, foi devido ao comportamento do adubo orgânico, que não é solúvel como o adubo mineral, liberando os nutrientes através da decomposição pelos organismos do solo. E o objetivo de aplicar a metade da recomendação foi para verificar a contribuição da matéria orgânica das espécies consorciadas no sistema, especialmente do ingá e da gliricídia.

março, agosto e dezembro de cada ano, visando atingir abaixo de 35% de sombra (Valencia e Balcázar, 2010).

Para proceder à análise econômica, adotou-se a metodologia do custo operacional de produção e de comercialização. No cálculo do custo operacional total são computados os custos fixos, incluindo a mão de obra permanente, depreciação e impostos, bem como os custos variáveis, englobando os gastos com aquisição do capital circulante, manutenção do capital estável⁵ e mão de obra temporária. No cálculo do custo operacional efetivo são computados somente os recursos produtivos que exigem desembolso por parte do agricultor para sua utilização (custos diretos), o que exclui o valor da força de trabalho familiar (Matsunaga *et al.*, 1976; Reis, 2002). Considerou-se o período de agosto de 2022 a agosto de 2023 como base para a coleta dos dados de custo. Os custos foram calculados com o auxílio de planilhas em *Excel*.

O custo da mão de obra foi contabilizado com base na cronometragem do tempo gasto nas práticas de adubação, roçada, poda, desbrota, colheita, transporte, secagem e beneficiamento dos produtos. As medições referentes à desbrota e à colheita foram feitas seguindo a faixa útil do meio do talhão, considerando cinco cafeeiros por linha. O custo de cada dia de serviço foi estimado como equivalente ao do trabalhador contratado temporariamente (diarista), conforme praticado na região, no valor de R\$ 80,00.

Os insumos e serviços de terceiros utilizados foram os seguintes: esterco de galinha, combustível, óleo e lâmina para roçadeira, saco de ráfia, óleo de corrente (para poda de ingá e gliricídia), sacola plástica (para o palmito), análise de solo, beneficiamento e frete do café a comercializar. A depreciação foi calculada com base no método linear, referente às culturas implantadas e aos seguintes itens: depósito de ferramentas e equipamentos, estufa, galpão de armazenamento, roçadeira lateral, motopoda e veículo de carga, aplicando o critério de rateio entre as áreas da Fazenda Experimental que compartilham a sua utilização.

⁵ O capital estável se refere aos recursos que podem ser utilizados por vários ciclos de produção, tais como benfeitorias e máquinas, enquanto o capital circulante se refere aos recursos consumidos durante um ciclo de produção, tais como insumos e energia.

Quanto às produtividades do cafeeiro conilon, obteve-se com base nas medições de campo do café colhido e beneficiado, feitas de forma separada para cada talhão/tratamento, referentes às safras dos anos de 2020, 2021 e 2023. Desse modo, calculou-se os valores médios de produtividade nessas três safras, para os cinco tratamentos testados (cafeeiro solteiro e cafeeiro em consórcios com bananeira, palmeira pupunha, ingazeiro e gliricídia). A produção de pupunha foi apurada no mesmo período dos custos e a de banana somente em janeiro de 2021, devido à perda posterior de 90% do bananal.

Os indicadores de rentabilidade considerados foram a margem bruta, a margem líquida e o índice benefício/custo operacional. A margem bruta (MB) corresponde à diferença entre a receita bruta (RB) e o custo operacional efetivo (COE). A margem líquida (ML) corresponde à diferença entre a receita bruta e o custo operacional total (COT). O índice benefício/custo operacional (IBC) é obtido dividindo-se a receita bruta pelo custo operacional total. Por meio das expressões abaixo, foram calculados tais indicadores.

$$MB = RB - COE$$

$$ML = RB - COT$$

$$IBC = RB / COT$$

Se a margem bruta for positiva, o agricultor vai conseguir cobrir os custos diretos (desembolsos) de sua atividade, mantendo-a no curto prazo; mas se for negativa, vai ter prejuízo no curto prazo, inviabilizando a atividade. Se a margem líquida for positiva, o agricultor vai conseguir cobrir todos os custos fixos e variáveis, além de ser remunerado, mantendo sua atividade produtiva no médio ou longo prazo; mas se for negativa, os custos fixos não serão cobertos totalmente, de modo que o agricultor entra em processo de descapitalização. No caso do índice benefício/custo operacional, a viabilidade econômica é indicada por valores superiores a uma unidade ($IBC > 1$).

A produtividade do trabalho necessário para conduzir os sistemas de produção testados na pesquisa foi avaliada com base na relação entre a margem líquida gerada e o total de dias trabalhados em cada sistema.

Para a definição dos valores dos produtos do SAF, foi feita a simulação de venda, pois não foram efetivamente vendidos. Assim, foram considerados os preços médios recebidos pelos agricultores da região, no período de setembro de 2022 a agosto de 2023. No caso do café, simulou-se a venda a um comprador intermediário tradicional da região. Nos casos da banana e da pupunha, simulou-se a venda direta ao consumidor numa das feiras da cidade de Cachoeiro de Itapemirim, sendo a pupunha picada e ensacada.

A lenha do ingazeiro foi contabilizada como se fosse destinada para atender ao autoconsumo de uma família rural. Considerou-se o volume de lenha obtido tanto por meio das podas anuais, somente de galhos com diâmetro acima de 3 cm, como por meio das árvores de ingá perdidas, as quais chegaram a 25% do total plantado inicialmente, fazendo uma média anual, a partir do 6º ano. O valor atribuído ao metro cúbico da lenha foi com base no levantamento dos produtos da agropecuária capixaba, no ano de 2022, feito por Galeano (2023).

Outro aspecto avaliado foi a eficiência quanto ao uso da terra, adotando o Índice de Equivalência de Área – IEA como base. O IEA é definido como a área relativa de terra em monocultivo que é requerida para se obter as mesmas produções alcançadas no cultivo consorciado (Vandermeer, 1989). Calculou-se da seguinte forma:

$$IEA = (Ac/Am) + (Bc/Bm)$$

Onde,

- Ac: produção da cultura A consorciada;
- Bc: produção da cultura B consorciada;
- Am: produção da cultura A em monocultivo;
- Bm: produção da cultura B em monocultivo.

A produção em monocultivo de palmito pupunha foi estimada com base nos dados de produção média de cada planta individual obtida no consórcio com o cafeeiro, extrapolando para uma área equivalente em monocultivo, como simulação. Não foi analisado o caso da banana porque houve uma grande queda na sua produção, cujas causas serão explicadas posteriormente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Indicadores econômicos

Os dados referentes aos indicadores econômicos pesquisados na Unidade de Pesquisa Agroflorestal do Incaper são apresentados na Tabela 1. Nota-se que todos os tratamentos foram economicamente viáveis, pois obtiveram Índices Benefício/Custo (IBCs) superiores a uma unidade, apresentando a seguinte ordem crescente de viabilidade: Café com Banana (IBC=1,92); Café com Gliricídia (IBC=2,01); Café com Ingá (IBC=2,39); Café Solteiro (IBC=2,46) e Café com Pupunha (IBC=3,49).

Tabela 1. Indicadores econômicos na produção de café conilon em consórcios e em cultivo solteiro, na Unidade de Pesquisa Agroflorestal do Incaper, no ano agrícola 2022/2023

| Indicadores econômicos | Tratamentos* | | | | |
|--|--------------|----------|----------|----------|----------|
| | CP | CG | CB | CI | CS |
| Produtividade do café** (sc ha ⁻¹) | 35,87 | 34,07 | 20,03 | 39,73 | 31,03 |
| Custo operacional total (R\$) | 1.232,50 | 1.307,18 | 1.023,91 | 1.294,88 | 968,88 |
| Custo operacional efetivo (R\$) | 503,12 | 502,11 | 429,39 | 545,01 | 432,35 |
| Receita bruta (R\$) | 4.303,79 | 2.622,71 | 1.965,00 | 3.095,82 | 2.385,45 |
| Margem líquida (R\$) | 3.071,28 | 1.315,53 | 941,09 | 1.800,95 | 1.416,57 |
| Margem bruta (R\$) | 3.800,67 | 2.120,60 | 1.535,61 | 2.550,81 | 1.953,10 |
| Índice benefício/custo | 3,49 | 2,01 | 1,92 | 2,39 | 2,46 |

*Café com pupunha (CP), café com gliricídia (CG), café com banana (CB), café com ingá (CI) e café solteiro (CS)

Média dos anos de 2020, 2021 e 2023. **Fonte: elaborado pelos autores.

Desse modo, os quatro consórcios testados e o café solteiro possibilitaram a cobertura de todos os itens de custo operacional, inclusive o trabalho familiar dedicado à produção, além de garantirem margens líquidas que podem ser utilizadas para novos investimentos na propriedade.

O consórcio do Café com Pupunha (CP) foi o sistema que apresentou o melhor desempenho econômico, obtendo uma margem líquida de R\$3.071,28 e IBC igual a 3,49, ou seja, para cada R\$1,00 investido nesse sistema de produção se gerou um retorno de R\$3,49. Tais resultados também evidenciam a importância da cultura consorciada (pupunha) para alcançar esse desempenho superior. Se for extrapolado para um (01) hectare, obtém-se o valor de R\$25.594,00. E, ainda, somando o valor do trabalho familiar, obtém-se o total de R\$29.803,00, que corresponde à renda familiar obtida por hectare cultivado com esse consórcio. Isso equivale a 22,6 salários mínimos (vigentes em 2023)

de renda gerada por hectare de terra agrícola anualmente, o que daria uma renda mensal de quase 1,9 salários mínimos.

No estudo anterior (Siqueira *et al.*, 2020), na mesma área, verificou-se que consórcio do Café com Banana (CB) obteve o segundo melhor desempenho econômico, perdendo apenas para o CP. Esse sistema CB seguiu a tendência anterior, com menor produtividade de café em relação aos demais sistemas. Certamente a bananeira exerceu maior competição com o cafeeiro devido à necessidade de nutrientes para formação dos frutos, o que afetou negativamente a produtividade de café. Além disso, houve uma grande queda na produção de banana, decorrente tanto da redução de 50% na densidade de plantas, como do impacto de uma forte ventania que derrubou 90% do bananal.

Ao contrário do presente estudo, Richetti *et al.* (2015), em trabalho experimental na região de Ivinhema-MS, concluíram que o consórcio de café arábica com banana foi economicamente mais eficiente que o sistema de café solteiro, apresentando IBC de 1,7 contra 1,3 do solteiro. Porém, deve-se levar em conta que o IBC obtido no presente trabalho não contém todo o valor potencial da banana, pois a maior parte foi perdida.

Os tratamentos que apresentaram as maiores produtividades do cafezal foram o Café com Ingá (CI) e o Café com Pupunha (CP), alcançando 39,7 e 35,9 sc ha⁻¹, respectivamente, enquanto o consórcio CB obteve a menor produtividade, com 20 sc ha⁻¹. É importante salientar que três dos quatro consórcios testados obtiveram produtividades de café superiores ao cultivo solteiro (31 sc ha⁻¹), mesmo sabendo que neles há menos pés de café plantados (8,3% a 16,7% menos). Isso permite supor que o fator competição entre as espécies consorciadas e o cafeeiro não foi prejudicial a ele, na maioria dos consórcios testados. Também é possível supor que o plantio das espécies associadas nas entre linhas, sem diminuição do *stand* da lavoura cafeeira, poderia elevar a produtividade em até 16,7%, e aumentaria o IBC.

Se for considerada a produtividade de café por planta, obteve-se aumentos, em comparação ao cultivo solteiro, de 39,7%, 38,7% e 22% nos consórcios com ingá, pupunha e gliricídia, respectivamente. Isso indica que o manejo adotado nos sistemas é de grande importância. A pupunha foi colhida sempre com o aparecimento do primeiro nó (cicatriz foliar) na base da planta, fazendo-se quatro colheitas por ano no período de

primavera-verão, o que mantém a planta com um porte baixo e reduz a competição durante a frutificação do cafeeiro (Araujo *et al.*, 2021). A realização de três podas por ano na gliricídia e no ingá tende a aumentar o custo operacional, porém, reduz a competição por nutrientes, água e luz, recicla os nutrientes do solo e fornece nitrogênio de fixação biológica. A bananeira reduziu a produtividade de café por planta em 29,6%, o que pode ser devido à alta densidade de pseudocauls por hectare na implantação do sistema (1.667 ha⁻¹, espaçados em 6x3 m). Sarmiento-Soler *et al.* (2020) observaram aumentos da produtividade de café com a redução da densidade de bananeiras por hectare.

Sales *et al.* (2009, p.972) afirmam, com base em outros estudos, que as árvores costumam reduzir os rendimentos do cultivo de café em consórcio, mesmo assim, “[...] os agricultores parecem aceitar algumas perdas nos cafezais em troca dos produtos e serviços das árvores”. Essa situação foi observada no CB, na Unidade de Pesquisa Agroflorestal do Incaper, pois forneceu um produto extra (banana) que compensou, em parte, a perda de produtividade de café. Porém, nos demais consórcios, as produtividades de café foram maiores que no cultivo solteiro, indicando um efeito positivo dos sistemas consorciados. Alves *et al.* (2015) observaram o mesmo que ocorreu no CB, enfocando uma propriedade familiar do município de Araponga, em Minas Gerais.

Em estudo conduzido por Rice (2011), a bananeira aparece como a cultura mais presente em consórcios diversificados, contribuindo com a renda total do sistema, com finalidade de autoconsumo ou venda. O autor verificou que as porcentagens do valor total derivadas dos sistemas de café consorciado atribuível às frutas foram, em média, de 9% e 11%, respectivamente, para os casos analisados na Guatemala (152 produtores) e no Peru (185 produtores). No presente estudo, a bananeira em associação com cafeeiro contribuiu com 21,7% da receita bruta total gerada no sistema.

No caso da palmeira pupunha, que em monocultivo segue o espaçamento de 2x1m (Flori; Resende; Drumond, 2004), essa teve seu espaçamento ajustado para 6x3m no consórcio (CP), permitindo obter maior produtividade do cafeeiro e maior rendimento econômico do sistema. De forma semelhante, Marques (2000) obteve melhores resultados com a pupunha no espaçamento de 6x2m na associação com o cafeeiro, que resultou em um aumento de 14% na produção de café e na produção de 1708 kg ha⁻¹ de palmito. No

presente estudo, a palmeira pupunha consorciada com cafeeiro contribuiu com 35,8% da receita bruta total gerada no sistema, bem acima da receita agregada com a bananeira (21,7%).

Brum *et al.* (2007), em um estudo na mesma Fazenda Experimental (em outro experimento) sobre o café conilon consorciado somente com a pupunha, concluíram que todos os arranjos de consórcio testados permitiram incrementos na rentabilidade líquida que variaram de 178,9% a 272,8%, quando comparados ao monocultivo de café, mesmo com o decréscimo na produção de café observado nos arranjos com 3m entre linhas. Nos arranjos com 6m entre linhas, as produtividades de café aumentaram. Os arranjos de consórcio refletem diferentes espaçamentos da pupunha, sendo que o ganho menor (178,9%), se refere ao consórcio onde as pupunhas foram espaçadas em 6x1m, e o ganho maior (272,8%) foi onde as pupunhas foram espaçadas em 3x1m.

No SAF do Incaper, em Pacotuba, também foi avaliado, pela primeira vez, o potencial de produção de lenha pelo ingazeiro de metro, obtida a partir das podas anuais e das árvores perdidas. O volume total de lenha calculado foi de 1,52m³, suficiente para atender à demanda de uma família rural com quatro pessoas adultas, por 42 dias, quanto ao cozimento das refeições. O valor gerado, como renda de autoconsumo, foi de R\$43,47 por talhão (1.200m²), que representa pouco na renda total do sistema (1,4%), porém, demonstra uma utilidade a mais do ingazeiro, a qual, no contexto da vida familiar, pode se tornar importante como fator de autossuficiência no campo. Em contraste, Rice (2008) observou, em SAFs conduzidos por agricultores familiares na Guatemala e no Peru, que a madeira para lenha (com predominância do ingá) representava 60% e 35% do valor total gerado pelas espécies de sombreamento, respectivamente, nos referidos países.

Ao estudarem o cultivo de café conilon em SAF na região norte do estado do Espírito Santo, Sales *et al.* (2013) constataram que quando o gerenciamento do SAF é realizado de forma adequada, mantendo uma distância apropriada entre as árvores e os cafeeiros, com a poda seletiva das árvores e a correta aplicação de fertilizantes, os cafeicultores dão testemunho positivo sobre o sistema.

Por sua vez, Current, Lutz e Scherr (1995), em estudo empírico que abordou 21 projetos de SAFs na América Central e no Caribe, verificaram que os consórcios perenes

diversificam a renda, agregam valor por unidade de área, melhoram o fluxo de caixa e causam apenas uma perda limitada do produto principal. Os retornos financeiros por hectare das agroflorestas foram comparados com aqueles de outros sistemas agrícolas, revelando que mais da metade das agroflorestas possibilitaram retornos, no mínimo, 10% maiores. Também foi constatado que os SAFs são amplamente utilizados para atender as necessidades de subsistência do agregado familiar, sendo que somente depois de atendidas é que surge o interesse em aproveitar as oportunidades de mercado.

Em estudo mais recente, Soncim *et al.* (2021) avaliaram a viabilidade econômica de 20 sistemas de cafeicultura (var. Caturra), por 16 anos, sendo 18 agroflorestais e 02 a pleno sol, com manejo convencional (alto e moderado) e orgânico (intensivo e baixo), num ensaio experimental conduzido no Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE, situado na Costa Rica. Concluíram que somente um sistema não foi viável economicamente (consórcio do cafeeiro com *Terminalia amazonia* sob baixo manejo orgânico) e que os sistemas a pleno sol estão entre os mais rentáveis, apesar de seus elevados custos que limitam a adoção pela maioria dos produtores com poucos recursos, além de causarem impactos ambientais negativos. O consórcio do cafeeiro com *Erythrina poeppigiana* (sob baixo manejo orgânico) obteve elevada rentabilidade com o menor custo de produção, de modo que o IBC chegou a 2,0, assim, apresentando alto potencial de multiplicação. Os sistemas com manejo orgânico intensivo foram viáveis, embora tenham custos muito altos.

A significativa diferença de produtividade entre os sistemas consorciados (manejo orgânico) e os sistemas a pleno sol (manejo convencional), os quais obtiveram um nível médio de 35% superior ao consorciado orgânico mais produtivo, conforme constatado por Soncim *et al.* (2021), pode estar relacionada à adubação orgânica⁶ efetuada em duas parcelas, tendo em vista que a segunda parcela talvez não tenha fornecido os nutrientes no estágio correto de demanda do cafeeiro, à semelhança do que ocorreu no SAF do Incaper (em Pacotuba) no período de 2016 a 2018.

⁶ Outro aspecto importante sobre a adubação orgânica, que também pode estar relacionado à baixa produtividade, é referente a época de adubação. Mas como a época não foi citada pelos autores, não cabe uma afirmação segura quanto à sincronia com as demandas do cafeeiro.

No presente estudo não foi contabilizado nenhum “prêmio” nos valores de mercado apurados para os produtos (banana e pupunha) das culturas consorciadas ao cafeeiro, em decorrência de sua obtenção em SAF. Entretanto, seria muito justo, e até recomendável, que houvesse uma valoração diferenciada desses produtos devido à significativa agregação de valor realizada na área, em termos socioambientais. Isso dependeria, de um lado, do apoio governamental, por meio de instrumentos como a definição de preços de garantia acima do mercado e a instituição das compras públicas preferenciais com prêmios (sobrepços) para produtos derivados de SAFs. De outro lado, dependeria da mudança conceitual por parte da população consumidora, ao perceber a enorme relevância do papel que os SAFs desempenham na sustentabilidade planetária, em especial na mitigação dos efeitos das mudanças climáticas sobre a produção de alimentos. Assim, poderia haver mais pessoas motivadas a praticarem o consumo responsável⁷ socioambientalmente direcionado para os produtos de SAFs.

Por outro lado, cabe considerar os ganhos ambientais e outros possíveis ganhos econômicos nos consórcios com as espécies gliricídia (CG) e ingá (CI), por serem de uso múltiplo, como fixadoras de nitrogênio (Araujo *et al.*, 2021) e produtoras de néctar e pólen. Não foi estimado o retorno econômico do material orgânico produzido pelas podas das árvores (iniciadas em 2014), entretanto, sabe-se que elas promoveram a ciclagem de nutrientes e o fornecimento de nitrogênio por fixação biológica. Além disso, o fruto do ingazeiro contém uma parte comestível (a polpa contida em sua longa vagem), apesar dessa ser ainda pouco conhecida e aproveitada pela população urbana do sul e sudeste brasileiro, motivo pelo qual não foi considerado nesta análise econômica.

Um levantamento realizado em 2005, em propriedades rurais do Espírito Santo que possuem árvores em cafezais, revelou que a maioria delas (67%) apresentava SAFs simplificados, com apenas um componente arbóreo. Para os autores, essa simplificação parece ser uma tendência no processo de transição agroecológica, ressaltando que ocorre a priorização das espécies de uso múltiplo e de crescimento rápido para introduzir nos cafezais (Sales e Araújo, 2005).

⁷ Refere-se ao consumo que “[...] visa melhorar as relações de produção, distribuição e aquisição de produtos e serviços, de acordo com os princípios da economia solidária, soberania alimentar, agroecologia e o comércio justo e solidário. É a valorização e a vivência de atitudes éticas para a construção conjunta de um novo panorama social e ambiental” (Badue *et al.*, 2013, p.103).

Nesse sentido, em concordância com Siqueira *et al.* (2020), cabe supor que a escolha de árvores como a gliricídia e o ingá, para consorciação com o cafeeiro conilon, venha a ser repensada pelos agricultores familiares do sul do estado do Espírito Santo, na medida em que eles não consigam perceber o potencial de uso múltiplo das mesmas, sabendo que podem não gerar produtos comercializáveis. Considerando que a equipe que conduz a Unidade de Pesquisa Agroflorestal do Incaper adota uma metodologia participativa, será fundamental estabelecer um amplo diálogo com os agricultores sobre essa questão, dando-lhes liberdade o bastante para selecionarem as espécies que serão introduzidas em suas propriedades, bem como fazerem as adequações necessárias, visando a sustentabilidade dos SAFs a serem implantados.

Mão de obra

Na Tabela 2, consta um detalhamento dos itens de custo e as receitas dos cinco sistemas de produção de café conilon testados na Unidade de Pesquisa Agroflorestal do Incaper, tendo como referência o ano agrícola 2022/2023.

Tabela 2. Itens de custo e as receitas na produção de café conilon em consórcios e em cultivo solteiro, na Unidade de Pesquisa Agroflorestal do Incaper, no ano agrícola 2022/2023

| Itens de custo e receita | Tratamentos* - Valor (R\$) | | | | |
|--|----------------------------|----------|----------|----------|----------|
| | CP | CG | CB | CI | CS |
| Insumos e serviços terceiros | 503,12 | 502,11 | 429,39 | 545,01 | 432,35 |
| Mão de obra | 572,00 | 652,00 | 431,20 | 596,80 | 388,80 |
| Depreciação | 157,39 | 153,07 | 163,33 | 153,07 | 147,73 |
| Custo operacional total | 1.232,50 | 1.307,18 | 1.023,91 | 1.294,88 | 968,88 |
| Receita bruta do café | 2.763,79 | 2.622,71 | 1.539,00 | 3.052,35 | 2.385,45 |
| Receita bruta da pupunha | 1.540,00 | | | | |
| Receita bruta da banana | | | 426,00 | | |
| Receita bruta do ingá | | | | 43,47 | |
| Receita bruta total | 4.303,79 | 2.622,71 | 1.965,00 | 3.095,82 | 2.385,45 |
| Composição do custo operacional total (%) | | | | | |
| Insumos e serviços terceiros | 40,82 | 38,41 | 41,94 | 42,09 | 44,62 |
| Mão de obra | 46,41 | 49,88 | 42,11 | 46,09 | 40,13 |
| Depreciação | 12,77 | 11,71 | 15,95 | 11,82 | 15,25 |

*Café com pupunha (CP), café com gliricídia (CG), café com banana (CB), café com ingá (CI) e café solteiro (CS)

Fonte: elaborado pelos autores.

Numa análise específica do fator mão de obra, constata-se que é o item de maior peso no custo operacional total em quase todos os sistemas (exceto CS). O sistema CG superou os

demais, com peso de 49,9% da mão de obra, seguido dos sistemas CP e CI, com 46,4% e 46,1%, depois CB (42,1%) e, por último, o CS com o menor peso (40,1%).

Em todos os consórcios testados houve aumento dos gastos com mão de obra, quando comparados ao CS, em proporções que variaram de 10,9% (CB) a 67,7% (CG). Ao mesmo tempo, a maioria deles (3/4) gerou importantes aumentos de receita bruta, com destaque para o CP (80,4% maior que CS), no qual a cultura consorciada (pupunha) teve grande contribuição econômica e, mesmo exigindo trabalho adicional (47,1% a mais que o CS), repercutiu na maior margem líquida. Além disso, o aumento de receita bruta no CP também foi decorrente do melhor desempenho do café conilon (sombreado), cuja receita gerada foi 15,9% superior à do CS.

No caso do CI, apesar de ter aumentado os gastos com mão de obra em 53,5%, em relação ao CS, esse aumento foi compensado pela maior receita gerada com a produção de café (28% a mais que o CS), fazendo com que os índices benefício/custo desses sistemas assumissem valores próximos (2,39 no CI e 2,46 no CS).

Considerando, ainda, a produtividade do trabalho em cada sistema de produção testado, observa-se que no consórcio CP ocorreu um aumento de 47,4% na produtividade em relação ao sistema CS. Ou seja, a margem líquida gerada, por dia trabalhado na condução do consórcio CP, no valor de R\$429,55, foi quase 50% maior que o valor gerado pelo sistema CS. Nos demais consórcios essa produtividade foi inferior à obtida no CS, mais acentuadamente no CG (44,6% menor).

Cabe destacar a importância de se levar em conta, atentamente, a demanda adicional de mão de obra nos consórcios, porque se trata do fator mais limitante na agricultura familiar, conforme salientado por Siqueira *et al.* (2020). As práticas de poda das árvores e de adubação do solo com esterco ou composto orgânico podem dificultar a adoção de consórcios pelos agricultores, por exigirem muito tempo de trabalho e por competirem com outras atividades no estabelecimento agrícola. Desse modo, vantagens como a redução das capinas e o maior conforto no trabalho (não mensurado neste estudo) teriam que ser compensatórias, na visão dos agricultores.

Buscando refinar a análise dos gastos com mão de obra nos sistemas de cultivo testados, procedeu-se ao detalhamento dos tipos de trabalho exigidos no processo de produção, como consta na Tabela 3.

Nos consórcios verifica-se que houve redução no gasto com as roçadas⁸ em 37,5% no CI, 27,5% no CP e CG e 12,5% no CB, quando comparados ao CS. Em contrapartida, nos casos de CG e CI houve gasto com as podas, representando 32,9% do custo total com mão de obra no CG e 35,8% no CI, enquanto as roçadas representaram 3,6% e 3,4%, respectivamente, ficando bem abaixo do CS, onde o peso das roçadas no custo foi mais que o dobro (8,2%).

O sistema que demandou menos trabalho com roçadas foi o CI, gerando uma economia de 0,15 dias (1,2 horas de trabalho), ao comparar com CS. Porém, gastou 2,6 dias com as podas, resultando em um saldo de 2,45 dias à mais de trabalho em 0,12 ha (talhão). Assim, o trabalho adicional de poda do ingazeiro não foi compensado, na mesma proporção, pela significativa redução nas roçadas. O mesmo ocorreu com a gliricídia.

Tal situação, associada ao fato das produtividades dos trabalhos terem sido inferiores à observada no CS, pode se tornar um fator limitante da decisão do agricultor familiar em adotar esse tipo de consórcio, na medida em que não venha perceber outras vantagens das árvores consorciadas. Por exemplo, no aumento da produtividade do cafeeiro, como ocorreu no experimento, onde foi 28% maior no CI e 9,8% maior no CG, em comparação ao CS. Ou ainda, no maior conforto para realizar as demais práticas na lavoura, devido ao sombreamento. Uma forma de reduzir a mão de obra das podas seria o uso de motosserra para repicar os galhos podados em substituição parcial ao facão.

O maior espaçamento das árvores poderia reduzir o custo com as podas, como foi relatado por Somarriba (2002), enfocando o ingá (*Inga spp.*) e a eritrina (*Erythrina spp.*) como árvores de sombra plantadas em cafezais da América Central. Ele indica o espaçamento usual de 6x6m, para condução das árvores com duas podas por ano, e espaçamentos de 12x12m a 15x15m se forem conduzidas em crescimento livre. Nesses espaçamentos

⁸ Na avaliação de Dan *et al.* (2015), feita na mesma Unidade de Pesquisa Agroflorestal do Incaper, observaram redução de 20%, 33%, 27% e 43% do mato nas entrelinhas do café associado à gliricídia, banana, ingá e pupunha, respectivamente, em relação ao sistema CS.

maiores, as árvores seriam conduzidas para formarem as copas altas sem a necessidade de poda, eliminando esse custo.

Tabela 3. Detalhamento do custo da mão de obra na produção de café conilon em consórcios e em cultivo solteiro, na Unidade de Pesquisa Agroflorestal do Incaper, no ano agrícola 2022/2023

| Itens mão de obra | Tratamentos* | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|--------------|----------------|-------------|--------------|----------------|-------------|--------------|----------------|-------------|--------------|----------------|-------------|--------------|----------------|-------------|
| | CP | | | CG | | | CB | | | CI | | | CS | | |
| | Dias (nº) | Valor (R\$) | Peso (%) | Dias (nº) | Valor (R\$) | Peso (%) | Dias (nº) | Valor (R\$) | Peso (%) | Dias (nº) | Valor (R\$) | Peso (%) | Dias (nº) | Valor (R\$) | Peso (%) |
| Adubação orgânica | 1,65 | 132,00 | 23,08 | 1,65 | 132,00 | 20,25 | 1,65 | 132,00 | 30,61 | 1,65 | 132,00 | 22,12 | 1,65 | 132,00 | 33,95 |
| Colheita do café | 2,32 | 185,60 | 32,45 | 2,40 | 192,00 | 29,45 | 1,19 | 95,20 | 22,08 | 1,68 | 134,40 | 22,52 | 1,68 | 134,40 | 34,57 |
| Desbrota do café | 0,17 | 13,60 | 2,38 | 0,15 | 12,00 | 1,84 | 0,16 | 12,80 | 2,97 | 0,11 | 8,80 | 1,47 | 0,15 | 12,00 | 3,09 |
| Roçada | 0,29 | 23,20 | 4,06 | 0,29 | 23,20 | 3,56 | 0,35 | 28,00 | 6,49 | 0,25 | 20,00 | 3,35 | 0,40 | 32,00 | 8,23 |
| Transporte do café | 0,15 | 12,00 | 2,10 | 0,15 | 12,00 | 1,84 | 0,09 | 7,20 | 1,67 | 0,15 | 12,00 | 2,01 | 0,15 | 12,00 | 3,09 |
| Secagem do café | 0,63 | 50,40 | 8,81 | 0,63 | 50,40 | 7,73 | 0,36 | 28,80 | 6,68 | 0,63 | 50,40 | 8,45 | 0,63 | 50,40 | 12,96 |
| Manejo/colh. pupunha | 0,42 | 33,60 | 5,87 | | | | | | | | | | | | |
| Benef. pupunha | 0,57 | 45,60 | 7,97 | | | | | | | | | | | | |
| Comerc. pupunha | 0,75 | 60,00 | 10,49 | | | | | | | | | | | | |
| Poda gliricídia e ingá | | | | 2,68 | 214,40 | 32,88 | | | | 2,60 | 208,00 | 34,85 | | | |
| Preparo lenha do ingá | | | | | | | | | | 0,19 | 15,20 | 2,55 | | | |
| Manejo/colh. banana | | | | | | | 0,64 | 51,20 | 11,87 | | | | | | |
| Comerc. banana | | | | | | | 0,75 | 60,00 | 13,91 | | | | | | |
| Administração | 0,20 | 16,00 | 2,80 | 0,20 | 16,00 | 2,45 | 0,20 | 16,00 | 3,71 | 0,20 | 16,00 | 2,68 | 0,20 | 16,00 | 4,12 |
| Total | 7,15 | 572,00 | | 8,15 | 652,00 | | 5,39 | 431,20 | | 7,46 | 596,80 | | 4,86 | 388,80 | |

*Café com pupunha (CP), café com gliricídia (CG), café com banana (CB), café com ingá (CI) e café solteiro (CS)

Fonte: Elaborado pelos autores

De forma semelhante, Valencia (2014) recomenda o início das podas de ingá aos dois, três e quatro anos de idade, nos espaçamentos respectivos de 6x6m, 9x9m e 12x12m. Apesar de não indicar a condução do ingá em crescimento livre, certamente, no espaçamento 12x12m o número e a intensidade de podas seriam reduzidos. Portanto, uma forma de reduzir a mão de obra das podas seria o aumento do espaçamento das árvores.

León-Burgos *et al.* (2023) verificaram que a força de trabalho representa cerca de 52% da estrutura de custos para a manutenção de árvores de sombra em SAFs com café, de acordo com as recomendações técnicas e normas de segurança, o que requer, necessariamente, uma equipe mínima de três pessoas, por ser uma atividade de alto risco. O estudo foi realizado nas estações experimentais de Caldas e Antioquia, na Colômbia, vinculadas ao Centro Nacional de Investigaciones de Café – Cenicafé, sendo que uma das árvores utilizadas foi o ingazeiro, igualmente ao SAF do Incaper, em Pacotuba.

Quanto à mão de obra para colheita, constata-se que o CP e o CG superaram o CS na demanda (38,1 e 42,9% à mais), embora tendo um menor número de pés de café, para ceder espaço às culturas companheiras. Isso pode ser explicado devido ao fato desses

consórcios terem obtido maiores produtividades que o CS, o que exigiu mais trabalho na colheita. O inverso ocorreu com o CB, pois demandou 29,2% menos mão de obra que o CS, mas obteve uma produtividade bem menor (-35,5%).

A mão de obra para adubação orgânica representou de 20,2% a 30,6% do custo total da mão de obra nos consórcios, e 33,9% no CS, ou seja, 1/4 da mão de obra gasta na produção, em média, foi destinada à adubação orgânica. Além do peso desse trabalho de adubação, deve-se considerar o custo do adubo orgânico (esterco de galinha) que representou, nos consórcios, de 50,1% a 63,5% do custo total dos insumos e serviços de terceiros. O peso econômico dessa prática, mesmo aplicando-se metade da recomendação, pode ser um fator de desânimo dos agricultores na transição agroecológica.

Cumprе destacar aqui a questão dos limites à transição agroecológica quando não há sustentabilidade socioeconômica, como discutido por Siqueira (2014), pressupondo que o processo produtivo deve ser eficiente tanto em termos técnicos quanto econômicos. Por isso, talvez seja necessário repensar a estratégia de adubação, procurando buscar fontes orgânicas mais ricas em nutrientes e combiná-las com fontes minerais complementares. Reforçando essa ideia, Silva *et al.* (2013) concluíram que a substituição de 40% da adubação mineral com composto orgânico promove um aumento de 53% na produtividade do cafeeiro e mantém a mesma produtividade obtida com adubação mineral exclusiva, ao proceder a substituição da adubação mineral em 81%.

Eficiência no uso da terra

No presente estudo, realizado na Unidade de Pesquisa Agroflorestal do Incaper, também foi avaliada a eficiência quanto ao uso da terra, adotando o Índice de Equivalência de Área – IEA como base.

No sistema CP (café com pupunha), foi obtido IEA igual a 1,27, o que indica que será preciso 27% mais área, com café e palmito solteiros, para obter a mesma produção de ambos no sistema consorciado. Ou seja, o consórcio do café com a pupunha representou um sistema mais eficiente de uso da terra que o monocultivo dessas espécies agrícolas.

A avaliação do sistema CB (café com banana) não foi feita devido à forte ventania que derrubou 90% do bananal, rebaixando muito a eficiência produtiva desse consórcio.

Pereira *et al.* (1998) estimaram valores teóricos de IEA para doze arranjos de consórcio do cafeeiro com seringueira (*Hevea brasiliensis*), mostrando que em todos eles o consórcio foi mais vantajoso que o monocultivo, visto que os IEA variaram de 1,08 a 1,88. Perdoná, Soratto e Esperancini (2015) também observaram vantagem na consorciação, ao avaliarem o desempenho produtivo e econômico do consórcio do cafeeiro arábica com noqueira-macadâmia (*Macadamia integrifolia*), tendo obtido IEA igual a 2,63, indicando que um (01) hectare (ha) deste consórcio equivaleria a 2,63 ha distribuídos entre as monoculturas de café e macadâmia.

De acordo com Chagas, Araújo e Vieira (1984), os consórcios aumentam a produtividade da terra, permitindo que os agricultores, cujo fator mais limitante seja a disponibilidade de área, possam minimizar tal limitação. A maioria dos agricultores familiares do sul do estado do Espírito Santo se enquadra nesse caso. Por sua vez, Gliessman (2005) explica a maior eficiência dos consórcios, quanto ao uso da terra, por meio do nível de interferência que ocorre entre as culturas nos mesmos. Segundo ele, um IEA maior que uma unidade indica a presença de interferências positivas entre as culturas, mas também pode indicar que qualquer interferência negativa existente não é tão intensa quanto a que ocorre nos monocultivos.

Na avaliação dos SAFs, outro importante critério a considerar seria a segurança alimentar proporcionada pela produção das culturas consorciadas com a cultura principal (de maior interesse econômico-monetário). Geralmente, o autoconsumo, voltado para suprir as necessidades alimentares da família agricultora, se torna essencial como parte das suas estratégias de reprodução social, além de se configurar como uma forma de renda não-monetária que deve ser contabilizada no orçamento familiar. Ressalta-se que a questão da segurança alimentar está inserida nos chamados “serviços ecossistêmicos” que dão suporte à vida do planeta, conforme MEA (2005)⁹.

⁹ Tais serviços são apresentados por Millennium Ecosystem Assessment (MEA, 2005) como segue: provisão (água potável, alimentos, madeira, plantas medicinais, germoplasma etc.), regulação/suporte (clima, solo, doenças infecciosas etc.) e desenvolvimento cultural (valor estético e recreativo, inspiração espiritual, fonte de saber etc.). Idol, Haggard e Cox (2011) abordaram a importância dos SAFs de pequenos agricultores, localizados nos trópicos, na prestação desses serviços ecossistêmicos.

Ao analisarem a literatura sobre SAFs na Amazônia, no período de 1980 a 2005, Brienza Júnior *et al.* (2009) constataram que a alimentação aparece como uso atribuído aos componentes dos SAFs, em 86% dos casos enfocados, exclusivamente ou em combinação com outros usos. Souza (2006) e Arantes *et al.* (2017) também observaram o mesmo em comunidades, respectivamente, na Zona da Mata do estado de Minas Gerais e na região do Vale do Ribeira, estado de São Paulo.

Entre os tratamentos testados na Unidade de Pesquisa Agroflorestal do Incaper, destacam-se as culturas da banana e do palmito pupunha, consorciadas com o cafeeiro, devido ao seu potencial de contribuir com a segurança alimentar das famílias rurais. E no caso do consórcio com o palmito pupunha, também se revelou como um sistema mais eficiente de uso da terra que o monocultivo. Além disso, foi o sistema de produção que se mostrou mais viável economicamente, tendo gerado a maior margem líquida e o maior índice benefício/custo, embora sendo mais exigente em mão de obra que o café solteiro e o consórcio CB.

Por outro lado, é sensato ponderar a relatividade das escolhas dos agricultores voltadas a redesenhar os seus sistemas de produção, levando em consideração as lógicas econômicas diferenciadas que os direcionam, em função do perfil de cada agricultor, conforme Siqueira *et al.* (2020). No contexto da agricultura familiar, a busca da autossuficiência em produtos que contribuam na segurança alimentar da família, conforme comentado antes, pode prevalecer frente às metas de lucratividade, o que explicaria a escolha de SAFs com arranjos mais diversificados e com culturas alimentares. Enquanto para os agricultores mais capitalistas, ao contrário disso, os arranjos escolhidos tenderão mais à simplificação, priorizando espécies que tenham maior apelo mercadológico, visando garantir a lucratividade. Desse modo, ao se avaliar a eficiência de cada SAF, deverão ser considerados tais aspectos.

CONCLUSÕES

Este estudo demonstrou que todos os tratamentos testados na Unidade de Pesquisa Agroflorestal do Incaper, situada no distrito de Pacotuba (Cachoeiro de Itapemirim-ES),

foram economicamente viáveis, pois obtiveram índices benefício/custo operacional superiores a uma unidade, sendo que o consórcio do café conilon com o palmito pupunha apresentou o melhor desempenho econômico, com índice benefício/custo igual a 3,49, ou seja, para cada R\$1,00 investido nesse sistema de produção foi gerado um retorno de R\$3,49.

O tratamento que obteve a maior produtividade do cafezal foi o consórcio com ingá, alcançando 39,7 sc ha⁻¹, seguido do café com pupunha, com 35,9 sc ha⁻¹. Somente o consórcio com a banana não proporcionou produtividade de café superior ao cultivo solteiro (31 sc ha⁻¹), ou seja, três dos quatro consórcios testados foram mais produtivos, mesmo sabendo que neles há menos pés de café plantados (8,3% a 16,7% menos).

O consórcio do café com o palmito pupunha também se mostrou como um sistema de produção mais eficiente no uso da terra que o monocultivo, conforme o índice de equivalência de área, no valor de 1,27, o que indica que será preciso 27% mais área, com café e palmito solteiros, para obter a mesma produção de ambos no sistema consorciado. Além disso, possibilitou uma produtividade do trabalho superior às de todos os demais sistemas.

Verificou-se que o trabalho adicional de poda das árvores (gliricídia e ingá) não foi compensado, na mesma proporção, pela significativa redução nas roçadas, o que pode limitar a adoção desse tipo de consórcio, se o agricultor não perceber outras vantagens das árvores consorciadas.

Em suma, a pesquisa realizada revelou que os consórcios agroflorestais testados, tendo o cafeeiro conilon como cultura principal, podem contribuir para tornar a agricultura familiar mais resiliente e sustentável socioeconomicamente, principalmente nos arranjos em que as culturas consorciadas também geram produtos de valor comercial, como foi o caso do palmito pupunha.

AGRADECIMENTO

Ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (CBP&DCafé), pelo apoio financeiro.

Copyright (©) 2025 - Halloysio Mechelli de Siqueira; João Batista Silva Araújo; Wanessa Rocha Teixeira; Ricardo Eugênio Pinheiro

REFERÊNCIAS

- ALVES, Elaine P. *et al.* Economic analysis of a coffee-banana system of a family-based agriculture at the Atlantic Forest Zone, Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras-MG, v. 39, n. 3, p.232-239, maio/jun, 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542015000300232. Acesso em: 08 out. 2019.
- ARANTES, P. B.; et al. Agroflorestas familiares no Vale do Ribeira: diagnóstico produtivo, estratégias e desafios. **Revista Espaço de Diálogo e Desconexão**, Araraquara-SP, v.9, n.1 e 2, 2017. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/redd/article/view/10950/7086>. Acesso em: 09 fev. 2019.
- ARAUJO, João B. S. *et al.* Decomposition and nutrients released from forest and perennial crops associated with organic coffee. **Coffee Science**, v. 16, p. e161845, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.25186/v16i.1845>. Acesso em: 22 jul. 2024.
- BADUE, Ana Flávia B. *et al.* **Práticas de comercialização**: uma proposta de formação para a economia solidária e a agricultura familiar. São Paulo: Instituto Kairós, 2013. Disponível em: www.institutokairos.net. Acesso em: 24 mar. 2020.
- BRIENZA JÚNIOR, Silvio *et al.* Sistemas agroflorestais na Amazônia brasileira: análise de 25 anos de pesquisas. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo-PR, n.60, p.67-76, dez. 2009. Edição Especial. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/37618/1/Sistemas-agroflorestais-na-Amazonia-brasileira-analise-de-25-anos-de-pesquisas.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2019.
- BRUM, Vítor J. *et al.* Rentabilidade econômica comparativa de custos variáveis do sistema de café conilon com pupunha em sombreamento. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5, 2007, Águas de Lindóia-SP. **Anais...** Brasília: Embrapa Café, 2007.
- CHAGAS, José M.; ARAÚJO, Geraldo A. A.; VIEIRA, Clibas. O consórcio de culturas e razões de sua utilização. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.10, n.118, p.10-12, out, 1984.
- COSTA, Aureliano N. *et al.* **Recomendações técnicas para o cultivo da banana orgânica**. Vitória: Incaper, 2006. 48 p. (Documentos, 144)
- CURRENT, Dean; LUTZ, Ernest; SCHERR, Sara (Ed.). **Costs, benefits, and farmer adoption of agroforestry**: project experience in Central America and the Caribbean. Washington: World Bank, 1995. 212p. (World Bank Environment Paper, 14).
- DAN, Maurício L. *et al.* Fitossociologia das plantas infestantes de sistemas consorciados de café conilon no sul do Espírito Santo. In: CALDEIRA, M.V.W. et al. (Org.). **Tecnologia, ciência e extensão**: como otimizar a produção florestal no Brasil? Alegre-ES: UFES, 2015, v. 1, p. 152-159.
- DEITENBACH, Armin *et al.* (Org.). **Manual agroflorestal para a Mata Atlântica**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2008. 196 p.
- FERRÃO, Romário G. *et al.* (Ed.). **Café conilon**. 2. ed. atual. e ampl. Vitória: Incaper, 2017. 784p. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/handle/123456789/3114>. Acesso em 24 jul. 2024.
- FLORI, José E.; RESENDE, Geraldo M. de; DRUMOND, Marcos A. Rendimento da pupunheira em função da densidade de plantio, diâmetro de corte e manejo dos perfilhos no vale do São Francisco. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras-MG, v. 28, n. 1, p.70-74, jan./fev. 2004. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542004000100009. Acesso em: 04 nov. 2019.
- GALEANO, Edileuza A. V. (Ed.). **Boletim da Conjuntura Agropecuária**, Vitória, v. 9, n. 1, jan./jun. 2023.

- GLIESSMAN, Stephen R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 3.ed. Porto Alegre-RS: UFRGS, 2005. 653p.
- GONÇALVES, Claudia B. Q.; SCHLINDWEIN, Madalena M.; MARTINELLI, Gabrielli C. Agroforestry systems: a systematic review focusing on traditional indigenous practices, food and nutrition security, economic viability, and the role of women. **Sustainability**, v.13, 11397, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su132011397>. Acesso em 24 jul. 2024.
- IDOL, Travis; HAGGAR, Jeremy P.; COX, Linda J. Ecosystem services from smallholder forestry and agroforestry in the tropics. In: CAMPBELL, W. B.; ORTÍZ, S. L. **Integrating agriculture, conservation and ecotourism: examples from the field**. New York-USA: Springer, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/227102530_Ecosystem_Services_from_Smallholder_Forestry_and_Agroforestry_in_the_Tropics. Acesso em: 08 mar. 2019.
- LEÓN-BURGOS, Andrés F. *et al.* **Estimación de indicadores de rendimiento y costos para el manejo del sombrero en sistemas agroforestales con café**. Caldas, Colombia: Cenicafe, 2023. (Avances Técnicos Cenicafe, 553)
- MANGABEIRA, João A. de C. *et al.* Análise comparativa entre café produzido a pleno sol e no sistema agroflorestal em Machadinho d'Oeste-RO. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 7, Brasília, 2009. **Anais...** Brasília, SBSAF/Embrapa, 2009. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/783345>. Acesso em 01 jun 2024.
- MARQUES, Paulo César. Utilização de palmáceas produtoras de palmito para sombreamento de café conilon, no Estado do Espírito Santo. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. Poços de Caldas-MG. **Anais...** Brasília-DF: Embrapa Café, 2000. v.2, p.1072-1073.
- MATSUNAGA, Minoru *et al.* Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo-SP, v.23, n.1, p.123-39, 1976.
- MEA - MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being: current state and trends**. Washington-USA: Island Press, 2005. v. 1. Disponível em: <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.766.aspx.pdf>. Acesso em 08 mar. 2019.
- NAIR, P. K. R.; DAGAR, J. C. An approach to developing methodologies for evaluating agroforestry systems in India. **Agroforestry Systems**, v.16, p.55-81, oct.1991. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00053197>. Acesso em 01 jun 2024.
- PAULUS, Landi A. R. *et al.* Financial feasibility of biodiverse agroforestry arrangements: case study in Mato Grosso do Sul, Brazil. **Research, Society and Development**, v.10, n.10, p. e370101016593, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/16593>. Acesso em 24 jul. 2024.
- PERDONÁ, Marcos J.; SORATTO, Rogério P.; ESPERANCINI, Maura S. T. Desempenho produtivo e econômico do consórcio de cafeeiro arábica e nogueira-macadâmia. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília-DF, v.50, n.1, p. 12-23, jan. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pab/v50n1/0100-204X-pab-50-01-00012.pdf>. Acesso em 18 set. 2018.
- PEREIRA, Ailton V. *et al.* **Sistemas agroflorestais de seringueira com cafeeiro**. Planaltina-DF: EMBRAPA, 1998. 77p. Disponível em: http://tot.dti.ufv.br/bitstream/handle/123456789/5742/Documentos_70.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em 01 jun 2024.
- REIS, Ricardo P. **Fundamentos de economia aplicada**. Ed. rev. e ampl. Lavras-MG: UFLA/FAEPE, 2002. 95p.
- RICE, Robert A. Fruits from shade trees in coffee: how important are they? **Agroforestry Systems**, Netherlands, v.83, p.41-49, sep. 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/227224408_Fruits_from_shade_trees_in_coffee_How_importan_t_are_they. Acesso em: 06 jun. 2019.
- _____. Agricultural intensification within agroforestry: the case of coffee and wood products. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.128, n.4, p.212-218, dec. 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167880908001874>. Acesso em: 06 jun. 2019.

- RICHETTI, Alceu; MOTTA, Ivo de S; MARIANI, Andressa. Competitividade econômica da produção de café em sistema agroecológico. **Cadernos de Agroecologia**, [S.l.], v.10, n.3, p.1-7, 2016. Disponível em: <https://www.aba-agroecologia.org.br/revista/cad/article/view/16975>. Acesso em: 27 fev. 2018.
- SALES, Eduardo F.; FORMENTINI, Edegar. A. Sistemas agroflorestais com cafezais no Estado do Espírito Santo: uma análise econômica. **Cadernos de Agroecologia**, v. 9, n. 4, nov. 2014.
- SALES, Eduardo F. *et al.* Agroecological transition of conilon coffee (*Coffea canephora*) agroforestry systems in the State of Espírito Santo, Brazil. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v.37, n.4, p. 405-429, 2013.
- SALES, Eduardo *et al.* Desenvolvimento de sistemas agroflorestais com cafezais no estado do Espírito Santo: uma aproximação a uma proposta de transição agroecológica. **Cadernos de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 970-973, nov. 2009. Disponível em: <https://revista.aba-agroecologia.org.br/cad/article/view/3715>. Acesso em: 27 fev. 2018.
- SALES, Eduardo F.; ARAÚJO, João B. S. Levantamento de árvores consorciadas com cafeeiros no Estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 3, 2005, Florianópolis-SC. **Anais...** Florianópolis: Associação Brasileira de Agroecologia, 2005. 1 CD-ROM.
- SARMIENTO-SOLER, Alejandra *et al.* Effect of cropping system, shade cover and altitudinal gradient on coffee yield components at Mt. Elgon, Uganda. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 295, p. e106887, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.106887>. Acesso em: 22 jul. 2024.
- SILVA, Vânia A. *et al.* Viabilidade econômica da cafeicultura consorciada com mamão no norte de Minas Gerais. **Coffee Science**, Lavras-MG, v. 8, n. 4, p. 519-529 out./dez. 2013. Disponível em: https://coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/download/520/pdf_70/3918. Acesso em: 22 jul. 2024.
- SILVA, Victor M. *et al.* Yield and nutritional status of the conilon coffee tree in organic fertilizer systems. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza-CE, v. 44, n. 4, p. 773-781, out-dez, 2013. Disponível em: Vista do Produtividade e estado nutricional do cafeeiro conilon em sistemas de adubação orgânica (ufc.br). Acesso em: 08 out. 2019.
- SIQUEIRA, Halloysio M. de. **Transição agroecológica e sustentabilidade dos agricultores familiares**. Vitória-ES: EDUFES, 2014. 170p.
- SIQUEIRA, Halloysio M. de *et al.* 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, dez. 2020. Disponível em: <http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/rbagroecologia/article/view/23125>. Acesso em: 05 abril 2021.
- SOMARRIBA, Eduardo J. Estimación visual de la sombra en cacaotales y cafetales. **Agroforestería en las Américas**, Turrialba-Costa Rica, v. 9, n. 35/36 p. 86-94, 2002.
- SONCIM, Isabella *et al.* Rentabilidad económica de sistemas agroforestales con café: estudio de largo plazo en Turrialba, Costa Rica. **Agroforestería en las Américas**, Turrialba-Costa Rica, n. 51, p. 177-184, 2021. Disponível em: Agroforestería en las Américas No. 51. (catie.ac.cr).
- SOUZA, Helton N. de. **Sistematização da experiência participativa com sistemas agroflorestais: rumo à sustentabilidade da agricultura familiar na Zona da Mata mineira**. 2006. 127p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. Disponível em: <http://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/5536/texto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 17 mar. 2019.
- VALENCIA, Fernando F. **Mantenimiento del componente arbóreo en sistemas agroforestales con café**. Caldas-Colombia: FNC-Cenicafé, 2014, 8p. Disponível em: <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/486/1/avt0440.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2019.
- VALENCIA, Fernando F.; BALCÁZAR, José E. B. Efecto de la distribución espacial del sombrío de espécies leguminosas sobre la producción de café. **Cenicafé**, Caldas-Colombia, v. 61, n. 1, p. 35-45, 2010. Disponível em: <https://www.cenicafe.org/es/publications/arc061%2801%29035-045.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2019.

VANDERMEER, John. The measurement of intercrop performance. *In*: _____. **The ecology of intercropping**. Cambridge-USA: Cambridge University Press, 1989. cap.2, p.15-28.

YUYAMA, Kaoru *et al.* Efeito da densidade de plantas e da adubação NPK na produção inicial de palmito de pupunheira. **Rev. Bras. Ciência Solo**, Viçosa-MG, v. 29, n. 3, p.373-378, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832005000300007>. Acesso em: 04 nov. 2019.