

CAFÉ SOMBREADO

UMA ABORDAGEM MULTIDISCIPLINAR





CAFÉ SOMBREADO

UMA ABORDAGEM MULTIDISCIPLINAR

ORGANIZADORES

João Batista Silva Araújo
Halloysio Mechelli de Siqueira
Maria da Penha Padovan
Eduardo Ferreira Sales

Vitória-ES

2024

© 2024 - Incaper

Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural
Rua Afonso Sarlo, 160, Bento Ferreira, Vitória-ES, Brasil
CEP 29052-010 – Telefones: (27) 3636-9888 / 3636-9846
<https://incaper.es.gov.br>
<https://editora.incaper.es.gov.br>
coordenacaoeditorial@incaper.es.gov.br

ISBN: 978-85-89274-46-3

DOI: 10.54682/livro.9788589274463

Editor: Incaper

Formato: Digital

Março/2024

Conselho Editorial

Antonio Elias Souza da Silva – Presidente

Agno Tadeu da Silva

Anderson Martins Pilon

André Guarçoni Martins

Fabiana Gomes Ruas

Felipe Lopes Neves

José Aires Ventura

José Altino Machado Filho

José Salazar Zanuncio Junior

Marianna Abdalla Prata Guimarães

Mauricio Lima Dan

Vanessa Alves Justino Borges

Aparecida L. do Nascimento – Coordenadora Editorial

Marcos R. da Costa – Coordenador Editorial Adjunto

Equipe de Produção

Projeto gráfico, capa e diagramação: Esther Santos de Moraes

Revisão textual: Luiza Pagotto Monteiro Nunes e Marcos Roberto da Costa

Ficha catalográfica: Merielem Frasson da Silva

Fotos: acervo dos autores ou crédito na imagem

Fotos da capa: enfocam os quatro diferentes consórcios testados na Unidade de Pesquisa Agroflorestal do Incaper, na seguinte ordem: café com gliricídia (acima/esq.); café com ingá (acima/dir.); café com pupunha (abaixo/esq.); café com banana (abaixo/dir.).

Foto da contracapa: vista panorâmica da Unidade de Pesquisa Agroflorestal do Incaper, em Pacotuba.

Ilustrações: Elaboradas pelo(s) autor(es) ou fonte na imagem

Todos os direitos reservados nos termos da Lei 9.610/1998, que resguarda os direitos autorais. É proibida a reprodução total ou parcial por qualquer meio ou forma, sem a expressa autorização do Incaper e dos autores.

Incaper – Biblioteca Rui Tendinha Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C129 Café sombreado : uma abordagem multidisciplinar /
 organizadores João Batista Silva Araújo ... [et al]. –
 Vitória, ES : Incaper, 2024.
 212 p.: Color.

ISBN 978-85-89274-46-3

DOI 10.54682/livro.9788589274463

1. Cafeicultura. 2. Sistema de Cultivo. 3. Consorciação de Cultura.
4. Desenvolvimento Sustentável. 5. Plantio. I. Araújo, João Batista Silva.
II. Siqueira, Halloysio Mechelli de. III. Padovan, Maria da Penha. IV. Sales,
Eduardo Ferreira. V. Incaper. VIII. Título.

CDD 633.73

Ficha catalográfica elaborada por Merielem Frasson da Silva – CRB-6 ES/675.

APRESENTAÇÃO

Os sistemas agroflorestais (SAFs), caracterizados pelo plantio associado de espécies perenes lenhosas com culturas vegetais e/ou animais, apresentam características que aumentam a sustentabilidade da agricultura.

O Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) vem conduzindo, desde 2013, a Unidade de Pesquisa Agroflorestal focada no cafeeiro conilon, que se localiza na Fazenda Experimental Bananal do Norte, em Pacotuba, distrito pertencente ao município de Cachoeiro de Itapemirim-ES.

Inicialmente concebida como uma Unidade de Observação, planejada e criada através de discussões entre pesquisadores e extensionistas, a iniciativa ganhou caráter experimental em 2014, passando a ser denominada Unidade de Pesquisa Agroflorestal. Essa mudança tem oportunizado, além dos resultados diretos para a sociedade, a capacitação de estudantes de graduação e pós-graduação. Como resultado, gerou duas teses de doutorado, três dissertações de mestrado e diversos trabalhos de iniciação científica.

No ano do seu 68º aniversário, o Incaper entrega esta importante obra que apresenta os resultados dos trabalhos de pesquisa e assistência técnica e extensão rural (Ater) realizados na unidade, financiados com recursos de instituições de fomento à pesquisa e Ater, como o Ministério do Desenvolvimento Agrário, o Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (CBP&D/Café), a Fundação de Amparo à Pesquisa, Inovação do Espírito Santo (Fapes) e a Secretaria da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca (Seag) – Edital Fapes/Seag nº 06/2015 Pesquisa Aplicada a Políticas Públicas Estaduais Agropecuária no Estado do Espírito Santo.

Destacam-se, ainda, os trabalhos desenvolvidos em parceria com instituições de ensino, como o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (Ifes), a Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes) e a Universidade Vila Velha (UVV), além da participação de professores e estudantes da Escola Família Agrícola existente na Fazenda Experimental.

Cleber Bueno Guerra

Diretor Administrativo-Financeiro

Antonio Elias Souza da Silva

Diretor-Técnico

Franco Fiorot

Diretor-Presidente

AGRADECIMENTOS

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização desta obra, em especial aos pesquisadores, extensionistas e técnicos agrícolas que estiveram envolvidos nos trabalhos que levaram ao desenvolvimento das tecnologias apresentadas nesta publicação.

Às instituições de fomento à pesquisa que contribuíram, em diferentes momentos e etapas, seja com o financiamento de projetos, seja com a concessão de bolsas de produtividade, de apoio técnico e de iniciação científica, entre as quais destacamos o CNPq, a Fapes e a Seag.

Às instituições parceiras, Ifes, Ufes e UVV, as quais aceitaram o desafio de colaborar nas pesquisas, possibilitando ampliar a abordagem multidisciplinar.

Aos servidores do Incaper, atuantes nas diferentes etapas do desenvolvimento dos trabalhos (campo, administração e laboratórios). E ao Governo Estadual, que procura manter esse Instituto, como parte da visão política estratégica de sua importância para o desenvolvimento sustentável do Espírito Santo.

ORGANIZADORES

JOÃO BATISTA SILVA ARAÚJO

Engenheiro Agrônomo formado pela Universidade Federal de Viçosa, em 1984. Mestre em Fitotecnia pela Universidade Federal de Lavras, em 2004. Doutor pela Universidade Federal de Viçosa em Fitotecnia, em 2012. Participa como revisor *ad hoc* dos periódicos Coffee Science e Revista Brasileira de Agroecologia. Atua em agricultura orgânica e Agroecologia, com publicações nessas áreas e matérias técnicas sobre a cultura do café, cultivo agroflorestal e compostagem orgânica. Desde 1995, atua como pesquisador do Incaper, onde vem coordenando projetos de pesquisa de cafeicultura orgânica e café em sistemas agroflorestais.

HALOYSIO MECHELLI DE SIQUEIRA

Engenheiro Agrônomo formado pela Universidade Federal do Espírito Santo, em 1986. Mestre em Extensão Rural pela Universidade Federal de Viçosa, em 1993. Doutor em Produção Vegetal (com ênfase em Socioeconomia) pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, em 2011. Desde 1996, trabalha na Ufes como professor, no *campus* de Alegre-ES, ministrando as disciplinas Sociologia Rural e Extensão Rural. Também se dedica a projetos que tratam dos temas “transição agroecológica” e “comercialização solidária”, voltados para agricultores familiares, inclusive em parceria com o Incaper.

MARIA DA PENHA PADOVAN

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Espírito Santo, em 1981, com especialização em Ordenamento Territorial pela Universidade Politécnica de Valencia, Espanha, em 1992. Mestre em Conservação de Biodiversidade pelo Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE, Costa Rica, em 2001. Doutora em Agroflorestas pelo CATIE e Universidade de Bangor, UK, em 2016. Como agente de desenvolvimento rural do Incaper, desde 2002, atuou em projetos de produção agrícola sustentável e de adequação ambiental de propriedades rurais. Investigou o uso de sistema agroflorestal como estratégia de restauração, sua influência nas condições do solo, dinâmica da água e viabilidade financeira.

EDUARDO FERREIRA SALES

Graduado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa, em 1985, com especialização em Engenharia e Manejo de Irrigação pela Universidade Federal de Viçosa, em 1997. Mestre em Agroecossistemas pela Universidade Federal de Santa Catarina, em 2001. Doutor em Agroecologia pela Universidade de Córdoba, Espanha, em 2012. É servidor do Incaper desde 1986, atuando como extensionista e pesquisador nos temas: agricultura familiar, agroecologia, agricultura orgânica, compostagem e sistemas agroflorestais. Participa em trabalhos de pesquisa e desenvolvimento de sistemas agroflorestais do Estado do Espírito Santo com os agricultores, extensionistas e pesquisadores na construção de agroecossistemas sombreados. Participou desde a implantação da Unidade Experimental de Produção Animal Agroecológica (Uepa) do Incaper, no Centro Regional de Desenvolvimento Rural Centro Norte em Linhares-ES, em ações voltadas para o fortalecimento da agroecologia. Participa da Associação Brasileira de Agroecologia.

AUTORES

Aline Chaves Pereira

Economista Doméstica, Mestre em Extensão Rural, Extensionista do Incaper.

Alline Pires Moraes

Técnica em Agroindústria, Estudante de Nutrição na Ufes.

Almir Bressan Junior

Biólogo, Gerência de Transferência de Tecnologia e Conhecimento do Incaper.

Ana Cláudia Hebling Meira

Socióloga, Doutora em Desenvolvimento Rural, Docente e Pesquisadora da Ufes.

Ana Claudia Hertel Pereira

Farmacêutica, Doutora em Ciências Farmacêuticas, Bioanalista da UVV.

Caio Baptista Graça

Engenheiro Agrônomo, Atuando como Autônomo.

Davi Salgado de Senna

Engenheiro Florestal, Doutorando no Programa de Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas na Universidade Federal de Viçosa – UFV.

Denise Coutinho Endringer

Farmacêutica, Doutora em Ciências Farmacêuticas, Pró-Reitora de Pesquisa e Extensão da UVV. Pesquisadora Sênior do Instituto Capixaba de Ciências e Administração.

Dirceu Godinho Antunes

Tecnólogo Agrônomo, Especialista em Agroecologia, Agente de Extensão em Desenvolvimento Rural do Incaper.

Eduardo Ferreira Sales

Engenheiro Agrícola, Doutor em Agroecologia, Agente de Pesquisa e Inovação em Desenvolvimento Rural do Incaper.

Erica Rodrigues Munaro Gabrig Turbay

Engenheira Florestal, Mestre em Ciências Ambientais e Florestais, Agente de Extensão em Desenvolvimento Rural do Incaper.

Halloysio Mechelli de Siqueira

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Produção Vegetal (com ênfase em Socioeconomia), Professor da Ufes.

Idalina Sturião Milheiros

Técnica Agrícola, Bolsista Fapes.

Ivaniel Foro Maia

Meteorologista, Agente de Pesquisa e Inovação em Desenvolvimento Rural do Incaper.

Jacimar Luís de Souza
Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia - Agroecologia, Agente de Pesquisa e Inovação em Desenvolvimento Rural do Incaper.
João Batista Silva Araújo
Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia - Agroecologia, Agente de Pesquisa e Inovação em Desenvolvimento Rural do Incaper.
Letícia Paula Perdigão Grangeiro
Bióloga, Bolsista Fapes.
Lúcio Herzog de Muner
Engenheiro Agrônomo, Doutor em Recursos Naturais e Sustentabilidade, Extensionista Aposentado do Incaper, Bolsista Consórcio Pesquisa Café.
Maria da Penha Padovan
Bióloga, Doutora em Agrofloresta, Agente de Extensão em Desenvolvimento Rural do Incaper.
Matheus Wandermurem da Silva
Tecnólogo em Cafeicultura, Mestre em Agroecologia.
Mayra Silva Parreira
Estudante de Agroecologia na Escola Latino-Americana de Agroecologia, em Lapa-PR.
Nathielly Bertollo Marques
Bióloga, Bolsista Fapes.
Paulo Roberto Filgueiras
Licenciado em Matemática e Química, Bacharel em Química, Pós-Doutor em Química, Professor da Ufes.
Radigya Meyrelles Correia
Licenciada e Bacharel em Química, Doutora em Química, Departamento de Química – Ufes.
Renato Corrêa Taques
Engenheiro Agrônomo, Mestre em Solos e Nutrição de Plantas, Agente de Pesquisa e Inovação em Desenvolvimento Rural do Incaper.
Robert M. Brook
Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciências Agrícolas, Professor Sênior Honorário da Faculdade de Ciências Naturais - Universidade de Bangor, Bangor, Reino Unido.
Valdemar Lacerda Junior
Bacharel em Química, Pós-Doutor em Química, Professor e Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação da Ufes.
Wallace Luís de Lima
Doutor em Agronomia - Ciência do Solo, Professor do Ifes, <i>campus</i> de Alegre.
Wanderson Romão
Licenciado e Bacharel em Química, Doutor em Ciências, Professor e Diretor de Pesquisa, Pós-Graduação e Extensão do Ifes.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
------------------	----

CAPÍTULO 1

HISTÓRICO DOS CAFEZAIS NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO E DO APARECIMENTO DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS

1 TRAJETÓRIA DO CAFÉ	25
2 ALGUMAS CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA SOBRE SAFs NO MUNDO	31
3 ALGUMAS CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA SOBRE SAFs NO BRASIL	32
4 SAFs NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO	34
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
REFERÊNCIAS	37

CAPÍTULO 2

DECOMPOSIÇÃO E LIBERAÇÃO DE NUTRIENTES DE DIFERENTES ESPÉCIES EM SAF – SINCRONIA COM O CAFEIEIRO

1 INTRODUÇÃO	41
2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	42
3 CARACTERIZAÇÃO DO TRABALHO DE DECOMPOSIÇÃO	45
4 COMPOSIÇÃO DO MATERIAL ORGÂNICO	48
5 DECOMPOSIÇÃO DE INGÁ E GLIRICÍDIA	49
6 LIBERAÇÃO DE NUTRIENTES E SINCRONIA	55
7 DECOMPOSIÇÃO DE BANANEIRA E PUPUNHA	56
8 NUTRIENTES LIBERADOS E NECESSIDADES NUTRICIONAIS	58
9 CONCLUSÕES	59
REFERÊNCIAS	59

CAPÍTULO 3

O EFEITO DAS ÁRVORES NA INTERCEPTAÇÃO DA CHUVA E NA UMIDADE DO SOLO EM CAFÉ SOMBREADO COM GLIRICÍDIA, BANANEIRA OU INGÁ

1 INTRODUÇÃO	63
2 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DO EXPERIMENTO	65
3 CARACTERÍSTICAS DOS EVENTOS DE CHUVA	67
4 ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR	69
5 A ÁGUA DA CHUVA QUE PASSOU PELOS RAMOS E QUE ESCORREU PELOS TRONCOS	72
6 A ÁGUA DA CHUVA INTERCEPTADA PELA COPA DAS ÁRVORES	78
7 O TEOR DE UMIDADE DO SOLO	80
8 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	81
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS	83
AGRADECIMENTOS	84
REFERÊNCIAS	84

CAPÍTULO 4

ANÁLISE DE CAFÉS CONILON CULTIVADOS EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS

1 INTRODUÇÃO	89
2 ANÁLISE SENSORIAL	89
3 ESPECTROMETRIA DE MASSAS	91
4 MICRONIR	103
5 ANÁLISE ESTATÍSTICA	103
6 CONCLUSÕES	106
REFERÊNCIAS	107

CAPÍTULO 5

ANÁLISE ECONÔMICA DE CONSÓRCIOS AGROFLORESTAIS COM O CAFEIEIRO CONILON

1 INTRODUÇÃO	111
2 INDICADORES ECONÔMICOS	112
3 MÃO DE OBRA	117
4 EFICIÊNCIA NO USO DA TERRA	121
5 CONCLUSÕES	123
REFERÊNCIAS	124

CAPÍTULO 6

AVALIAÇÃO PARTICIPATIVA DA SUSTENTABILIDADE DE LAVOURAS CAFEEIRAS

1 INTRODUÇÃO	127
2 DESCRIÇÃO DO CAMPO EMPÍRICO	128
3 ASPECTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS	129
4 DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA	134
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	144
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	150
AGRADECIMENTOS	150
REFERÊNCIAS	150

CAPÍTULO 7

FEIRA AGROECOLÓGICA DA UFES: ESPAÇO DE ECONOMIA SOLIDÁRIA E VALORIZAÇÃO DA AGRICULTURA FAMILIAR

1 INTRODUÇÃO	153
2 AGRICULTURA FAMILIAR, ACESSO A MERCADOS E O PAPEL DAS FEIRAS LIVRES	155
3 A FEIRA AGROECOLÓGICA DA UFES-ALEGRE	159
3.1 HISTÓRICO E CARACTERIZAÇÃO	159
3.2 PERCEPÇÃO DOS FEIRANTES E DOS CONSUMIDORES SOBRE A FEIRA	164
3.3 COMPARAÇÃO ENTRE MERCADOS: FEIRA AGROECOLÓGICA X CEASA	166
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	169
REFERÊNCIAS	170

CAPÍTULO 8
COMPOSIÇÃO QUÍMICA, ATIVIDADES BIOLÓGICAS E APLICABILIDADE
DA GLIRICÍDIA EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS

1 INTRODUÇÃO	173
2 CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE	173
3 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA PLANTA E APLICABILIDADE	177
4 IMPORTÂNCIA DA GLIRICÍDIA EM SAFs	197
5 GLIRICÍDIA NO SAF DE PACOTUBA-ES.....	198
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	198
REFERÊNCIAS	198

CAPÍTULO 9
CONSÓRCIOS AGROFLORESTAIS COM CAFEIEIRO: LIÇÕES APRENDIDAS E PERSPECTIVAS

1 INTRODUÇÃO	207
2 PRINCIPAIS LIÇÕES APRENDIDAS A PARTIR DOS CONSÓRCIOS ANALISADOS	208
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	210
REFERÊNCIAS	212

INTRODUÇÃO

João Batista Silva Araujo¹

Eduardo Ferreira Sales²

Haloysio Mechelli de Siqueira³

Maria da Penha Padovan⁴

Lúcio Herzog de Muner⁵

Os sistemas agroflorestais (SAFs) apresentam características que aumentam a sustentabilidade da agricultura. SAFs são sistemas de produção nos quais espécies perenes lenhosas são utilizadas e manejadas em associação com culturas vegetais e/ou criações de animais, de modo que o consórcio contenha, pelo menos, uma espécie tipicamente florestal (DEITENBACH *et al.*, 2008).

A sustentabilidade na agricultura, levando em consideração a abordagem agroecológica, ocorre quando a capacidade de renovação dessa agricultura não está comprometida, ou seja, é autorrenovável. A agricultura sustentável tem efeitos negativos mínimos sobre o meio ambiente, uma vez que depende de recursos do próprio agroecossistema, buscando manter e valorizar a diversidade biológica nas paisagens, com a participação dos grupos sociais interessados (GLIESSMAN, 2001).

Os ecossistemas florestais são sistemas eficientes e fechados em ciclos de nutrientes, que proporcionam retorno de elementos nutricionais e baixa perda. Por outro lado, os sistemas agrícolas convencionais em monocultivo são frequentemente abertos, pois proporcionam baixa reciclagem e grandes perdas. Os SAFs estão entre esses dois extremos. Nos aspectos técnicos, os SAFs são superiores aos sistemas convencionais, pois reciclam mais nutrientes que são utilizados pelas plantas (NAIR, 1997; GLIESSMAN, 2007).

A conversão de florestas naturais em florestas humanizadas tem sido uma prática milenar nas regiões tropicais do mundo. Toledo e Barrera-Bassols (2008) destacam que esse processo implica “mudanças na composição original das florestas para a criação de jardins florestais por meio do manejo de espécies arbóreas e da introdução de ervas e arbustos úteis como os cultivos comerciais (café, cacau, borracha, especiarias, canela, pimenta e baunilha)”. Ainda segundo os autores, os SAFs são uma forma de reconstruir florestas naturais por meio

¹ D.Sc. Fitotecnia-Agroecologia, Pesquisador do Incaper, joaoaraujovni@gmail.com

² D.Sc. Agroecologia, Pesquisador do Incaper

³ D.Sc. Produção Vegetal (com ênfase em Socioeconomia), Professor da Ufes, *campus* de Alegre

⁴ D.Sc. Agrofloresta, Agente de Desenvolvimento e Extensão Rural do Incaper

⁵ D.Sc. Recursos Naturais e Sustentabilidade, Bolsista Consórcio Pesquisa Café (modalidade PDTIC)

do cultivo e da coexistência de plantas silvestres e cultivadas, mantendo as características estruturais e os processos ecológicos das florestas naturais, em benefício das comunidades locais, conservando uma certa diversidade biológica (TOLEDO; BARRERA-BASSOLS, 2008). A estratégia de uso múltiplo por meio da manipulação de componentes geográficos e processos ecológicos maximiza os recursos locais.

Os SAFs devem possuir os seguintes atributos: produtividade (manter ou aumentar a produção), sustentabilidade (conservação do potencial de produção da base de recursos) e aceitabilidade (aceitação pela comunidade agrícola). Essas características, consideradas essenciais, devem servir de base para a avaliação desses sistemas, tendo em conta o meio ambiente e as necessidades das comunidades locais (NAIR; DAGAR, 1991).

Os componentes de uma comunidade vegetal usam as mesmas reservas de recursos de crescimento, como luz, nutrientes, água e dióxido de carbono. Assim, culturas como café, cacau, baunilha e pimenta-do-reino, que são tradicionalmente cultivadas sob a sombra parcial de árvores, devem ter baixos rendimentos à medida que a intensidade da sombra aumenta, a menos que não estejam sujeitas ao estresse severo de água ou nutrientes. O rendimento da cultura agrícola associada às árvores diminui, pois os sistemas radiculares geralmente ficam confinados nos horizontes superficiais do solo. Entretanto, as raízes das árvores podem explorar o volume do solo que está fora do alcance da lavoura de forma a reduzir a competição. É provável que ocorra competição pela água na maioria dos SAFs, em algum momento, especialmente em áreas secas. A alelopatia, que se refere à inibição do crescimento de uma planta por compostos químicos que são liberados no solo pelas plantas vizinhas, é outro fator a se considerar. Dessa forma, há uma busca pelos agricultores e técnicos por espécies com pouca competição entre si, ou que apresentem simbiose, beneficiando ambas as espécies (NAIR, 1997).

Os SAFs possuem vantagens ecológicas que podem ajudar a conservar os recursos hídricos e florestais, mas requerem habilidade e mão de obra. Por outro lado, envolvem um equilíbrio entre alta diversidade de produtos e baixo rendimento. Em outras palavras, o desafio de criar agroecossistemas sustentáveis é obter características semelhantes aos ecossistemas naturais, mantendo a produção. A agricultura de alto rendimento não é sustentável porque sua prática consome capital ambiental não renovável e, também, porque a transferência de práticas agrícolas de diferentes regiões foi inadequada em alguns aspectos. Além disso, há pouco conhecimento sobre evolução e ecologia; conseqüentemente, a maioria dos cientistas agrícolas desconhece os sistemas adequados e a maioria dos agricultores não se beneficiou das inovações tecnológicas (EWEL, 1999).

O novo Código Florestal brasileiro (Lei 12.651/2012) estabelece que o cultivo agroflorestal sustentável, praticado em pequenas propriedades familiares ou por povos tradicionais, está incluído entre as atividades de interesse social, eventuais ou de baixo impacto ambiental, “desde que não descaracterize a cobertura vegetal existente e não prejudique a função ambiental da área” (BRASIL, 2012). Assim, é permitida a “intervenção ou a supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente” para desenvolver esse tipo de atividade, dentro dos limites definidos pela lei. Além disso, para atender à exigência de

manutenção da área de reserva legal nas propriedades familiares, também “poderão ser computados os plantios de árvores frutíferas, ornamentais ou industriais cultivadas em sistema intercalar ou em consórcio com espécies nativas da região em sistemas agroflorestais” (BRASIL, 2012).

O cafeeiro em SAF apresenta diferenças no comportamento biológico e o sistema contribui com serviços ambientais adicionais em relação ao monocultivo (RAPIDEL *et al.*, 2015). O cafeeiro é uma planta adaptada e tolerante a níveis adequados de sombra, obtendo, na associação com árvores fixadoras de nitrogênio atmosférico, aporte desse elemento e a reciclagem de outros elementos de camadas profundas do solo, dentre outros fatores positivos.

O cafeeiro da espécie arábica é originário de floresta caducifólia da Etiópia e se beneficia com um sombreamento moderado (SHALENE *et al.*, 2014). Sombreamentos entre 35% e 50% proporcionam maior assimilação de dióxido de carbono (BALIZA *et al.*, 2012). O sombreamento do cafeeiro, quando manejado de forma correta, melhora as condições microclimáticas na lavoura, promove maior ciclagem de nutrientes, interfere na disponibilidade de luz incidente sobre a copa do cafeeiro e proporciona uma maior taxa de crescimento da parte aérea, como crescimento dos ramos ortotrópicos e plagiotrópicos, formação de nós e expansão foliar (DAMATTA *et al.*, 2017). Além das vantagens mencionadas, o trabalho na sombra torna a atividade agrícola menos penosa.

Nos SAFs com o cafeeiro, os componentes são diversificados, sendo possível encontrar consórcios com macadâmia (SILVA *et al.*, 2013), eritrina e gliricídia (RICCI *et al.*, 2013), assim como pupunha (MARQUES, 2000). Também há consórcios com seringueira, coqueiro, cacaueiro, bananeira e teca, dentre 22 espécies citadas por Sales *et al.* (2013). As árvores produtoras de madeira e frutas podem contribuir com benefícios econômicos adicionais, como a bananeira e o abacateiro que proporcionam um ingresso de capital anual, além das árvores de madeira que podem ser aproveitadas em períodos de preços baixos ou de renovação das lavouras.

O uso de espécies perenes no cultivo de café, além de diversificar a produção, pode influenciar os processos ecológicos nos cafezais. Um estudo sobre o valor das florestas tropicais na Costa Rica, no fornecimento de serviços ambientais, evidenciou efeitos positivos na polinização em áreas agrícolas ao longo de gradientes de distância da floresta. O estudo demonstrou que houve aumento na produção de café em 20% a um quilômetro de distância da floresta. A polinização também melhorou a qualidade do café perto das florestas, reduzindo a frequência de grãos deformados em 27% (RICKETTS *et al.*, 2004).

No Estado do Espírito Santo, além de favorecer a qualidade da produção, árvores associadas aos cafeeiros poderiam minimizar os efeitos adversos do vento, especialmente nos períodos de seca, que vão de abril a agosto e de dezembro a fevereiro. As condições de seca, aliadas aos ventos do sudeste e nordeste, causam muito estresse nas lavouras de café desprotegidas. Em agosto, os cafezais colhidos sofrem ainda mais com a ação do vento que faz com que as folhas caiam (DAMATTA *et al.*, 2017). No entanto, no Estado do Espírito Santo, o cultivo do café conilon sombreado com espécies arbóreas ainda é pouco expressivo, apesar de ser uma

importante alternativa utilizada pelos agricultores para diversificação da produção agrícola (SALES *et al.*, 2013).

Cabe considerar, ainda, a forma de obtenção de novos conhecimentos sobre SAFs. A agroecologia propõe o intercâmbio permanente entre os conhecimentos dos agricultores e dos técnicos, enfatizando a importância de desenvolver processos de coprodução de conhecimentos voltados para a sustentabilidade (GLIESSMAN, 2007). A pesquisa cooperativa entre agricultores e pesquisadores, como preconiza a agroecologia, é uma forma de minimizar o risco do agricultor, podendo trazer aperfeiçoamentos mútuos e, também, beneficiar a sociedade em geral. Segundo Rocheleau (1991), tal pesquisa representa uma maneira de expandir as capacidades de pesquisa em SAFs, nas condições complexas enfrentadas pelas populações rurais, combinando as percepções e os esforços de técnicos e agricultores. Além disso, a base de conhecimento relativamente pequena da comunidade científica sobre os vários SAFs e a experiência diversificada dos agricultores que desenvolveram SAFs adequados às suas próprias condições determinam a necessidade de complementaridade do conhecimento (NAIR, 1997).

Os estudos realizados na Unidade de Pesquisa Agroflorestal do Incaper, a seguir descrita, não tiveram um caráter participativo, como referido. Entretanto, é válido registrar a importância da participação, pois se apresenta como desafio para novos estudos. Um primeiro passo já foi dado nesse sentido, por meio da “avaliação participativa da sustentabilidade”, que considerou a percepção de um grupo de agricultores familiares da região sobre os tratamentos testados, conforme será relatado, posteriormente, em capítulo específico.

A UNIDADE DE PESQUISA AGROFLORESTAL DO INCAPER

O Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) vem conduzindo uma Unidade de Pesquisa Agroflorestal, focada no cafeeiro conilon, desde o ano de 2013. A unidade está localizada na Fazenda Experimental Bananal do Norte, no Município de Cachoeiro de Itapemirim-ES, distrito de Pacotuba, na região Sul do Estado do Espírito Santo, com latitude 20°45” S, longitude 41°47” W e altitude de 146 m (Figura 1).

O solo da área é classificado como Neossolo Flúvico Tb Eutrófico (SANTOS *et al.*, 2018). O clima local é tropical, com inverno seco, do tipo Aw na classificação climática de Köppen-Geiger (ALVARES *et al.*, 2013). Apresenta 18,0 °C de temperatura mínima no mês mais frio e 31 °C de máxima no mês mais quente, com precipitação média anual de 1.046 mm (Agricultologia, Incaper).

Unidade de Pesquisa Agroflorestal na Fazenda Experimental Bananal do Norte (FEBN), município de Cachoeiro de Itapemirim-ES

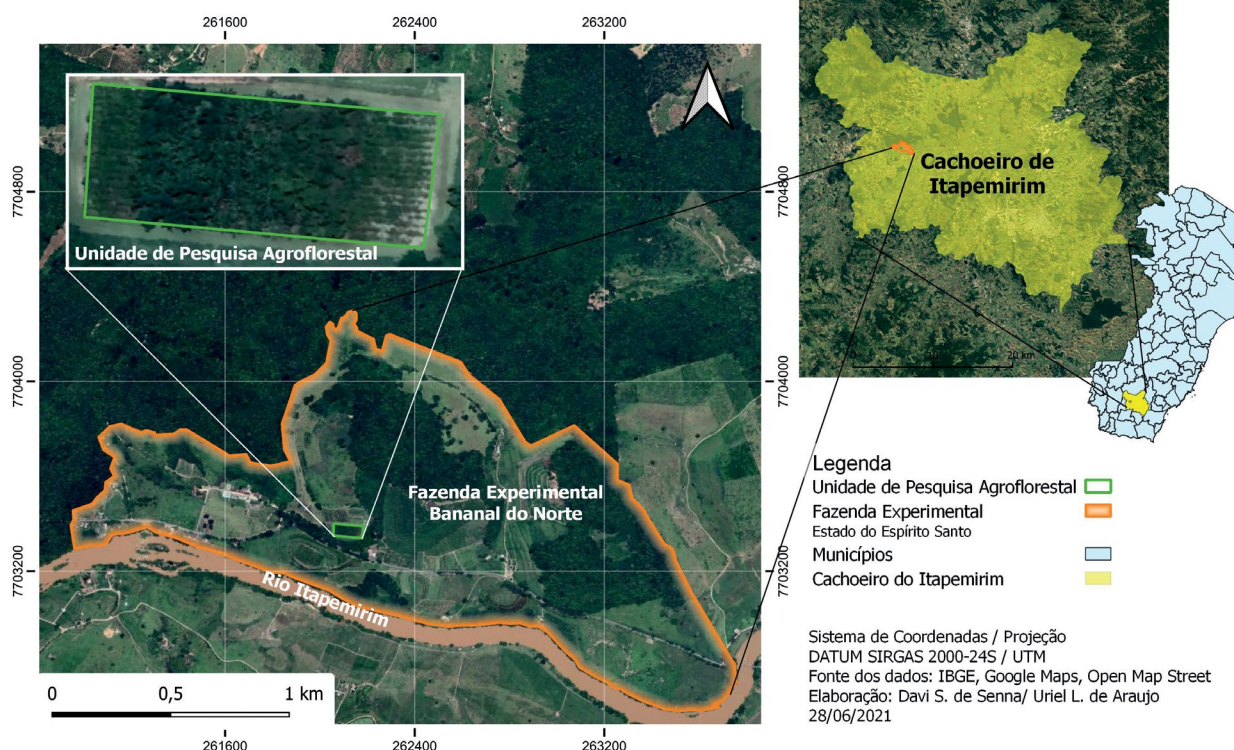


Figura 1 – Localização da Unidade de Pesquisa Agroflorestal do Incaper.

A unidade foi implantada em janeiro de 2013, com o cafeeiro conilon (*Coffea canephora* Pierre), cultivar EMCAPER 8151 de origem seminal, denominada Robusta Tropical, manejado em sequeiro. O café foi cultivado em uma área de 6.120 m², dividida em cinco talhões, sendo um com cafeeiro solteiro e os demais em quatro diferentes consórcios: com ingazeiro de metro (*Inga edulis* Mart.); bananeira (cultivar Japira, híbrido do grupo AAAB, das espécies *Musa acuminata* e *Musa balbisiana*); gliricídia (*Gliricidia sepium* Jacq. Steud); e palmeira pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). O cafeeiro foi plantado no espaçamento de 3,0 m x 1,0 m (3.333 plantas/ha). As espécies associadas ao cafeeiro foram plantadas no espaçamento de 3,0 m x 6,0 m (556 plantas/ha). Após o segundo ano, metade das plantas de gliricídia e ingazeiro foram retiradas, ficando no espaçamento de 6,0 m x 6,0 m (278 plantas/ha). As espécies consorciadas com o cafeeiro foram plantadas nas linhas de cultivo deste, substituindo um pé de café a cada cinco pés (Figuras 2 e 3).

C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C

Figura 2 – Croqui representativo de talhão com cafeeiro (C) consorciado com bananeira (B), como exemplo.
Fonte: Incaper.



Figura 3 – Vista panorâmica da área de estudo, na Fazenda Experimental do Incaper, em Cachoeiro de Itapemirim-ES, distrito de Pacotuba.
Fonte: Foto de Pedro Mendes.

O manejo da gliricídia e do ingá foi feito com duas a três podas anuais. O cafeeiro foi conduzido mantendo-se quatro hastes por planta e podando-se após quatro colheitas, com manutenção de uma haste por planta no ano da poda. A bananeira foi conduzida com quatro pseudocaules por planta, inicialmente, e a partir do terceiro ano, com três pseudocaules. A pupunha foi manejada sem desbrota e colhida após o aparecimento do primeiro nó na base da estipe. O manejo das plantas espontâneas foi com três a quatro roçadas por ano e capinas nas linhas de plantio. Na adubação, adicionou-se 24 litros de composto por planta.

Inicialmente, a área foi concebida como Unidade de Observação (UO), com a finalidade de avaliar o comportamento do café em sistemas parcialmente sombreados, quanto à produtividade do sistema, qualidade da bebida do café e incidência de pragas e doenças, procurando minimizar o uso de agroquímicos e contribuir para a melhoria da agrobiodiversidade e da renda do agricultor, em um processo de transição para sistemas mais sustentáveis.

O desenho da UO foi concebido através de discussões entre pesquisadores e extensionistas. A escolha das espécies foi feita pensando nas que seriam adaptadas ao clima da região, com árvores que pudessem proporcionar o sombreamento desejável, suportar podas, como é o caso da gliricídia e do ingazeiro (leguminosas), e também com capacidade de reciclagem de nutrientes e incorporação do material da poda. Ao mesmo tempo, levou-se em consideração os benefícios como alternativa de renda para a agricultura familiar, como é o caso da bananeira e da pupunha, visando o melhor aproveitamento da área cultivada. A bananeira por ser mais comum em consórcio com o cafeeiro conilon, principalmente nos municípios capixabas de Iconha e Alfredo Chaves, e a pupunha por ser cultivada em consórcio de maneira aleatória por cafeicultores familiares, em grande parte do Estado do Espírito Santo.

Os recursos iniciais para a aquisição dos insumos e a implantação da UO foram financiados com aportes do Projeto Convênio MDA-Incaper 701361/2008, que previa metas e ações na área da Agroecologia para viabilizar a transição para agriculturas de base ecológica e para os cafeicultores de base familiar. Logo após a implantação da unidade, ainda em 2013, foi realizada a captação de recursos do Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (CBP&D/Café), Convênio 793706, Embrapa Café Custeio/2013, com a finalidade de dar continuidade ao custeio das atividades da UO.

Para a ampliação da abrangência da unidade e a compreensão dos sistemas, foi dado um caráter experimental, a partir de 2014, passando a ser denominada “Unidade de Pesquisa Agroflorestal”. Em 2015, foi conduzido um projeto para avaliação do solo e da qualidade de café, com recursos do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Entre os anos de 2017 e 2019, foram conduzidos quatro projetos de pesquisa com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (Fapes). Os diversos projetos realizados com parceiros institucionais como Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (Ifes), Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes) e Universidade Vila Velha (UVV), juntamente com o Incaper, oportunizaram a capacitação de estudantes de graduação e pós-graduação, gerando duas teses de doutorado, três dissertações de mestrado e diversos trabalhos de iniciação científica.

Também foi dado um caráter participativo no acompanhamento da unidade de Pacotuba, com a participação de professores e estudantes da Escola Família Agrícola, existente na Fazenda Experimental, sendo realizado um planejamento com o corpo escolar para que pudessem realizar trabalhos escolares sobre todas as etapas de manejo realizado. A partir de 2017, foram incluídas ações para proporcionar visitas regulares de agricultores para a avaliação dos sistemas.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- BALIZA, D. P. *et al.* Physiological characteristics and development of coffee plants under different shading levels. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife-PE, v. 7, n. 1, p. 37-43, jan./mar. 2012. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/57071/1/Artigo-cafe-sombreado.pdf>. Acesso em: 6 jun. 2019.
- BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, alterada pela lei 12.727, de 17 de outubro de 2012**. Brasília, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. Acesso em: 9 fev. 2019.
- DAMATTA, F. M. *et al.* O café conilon em sistemas agroflorestais. In: FERRÃO, R. G. *et al.* (ed.). **Café conilon**. 2. ed. atual. ampl. Vitória-ES: Incaper, 2017. p. 481-493.
- DEITENBACH, A. *et al.* (org.). **Manual agroflorestal para a Mata Atlântica**. Brasília-DF: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2008. 196 p.
- EWEL, J. J. Natural systems as models for the design of sustainable systems of land use. **Agroforestry Systems**, v. 45, p. 1-21, 1999.
- GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2001. 653 p.
- GLIESSMAN, S. R. **Agroecology**: the ecology of sustainable food systems. 2. ed. Boca Raton: CRC Press/Taylor & Francis, 2007.
- MARQUES, P. C. Utilização de palmáceas produtoras de palmito para sombreamento de café conilon, no Estado do Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 2., 2000, Brasília. Poços de Caldas-MG. **Anais [...]**. Brasília-DF: Embrapa Café, 2000. p. 1072-1073.
- NAIR, P. K. R. **Agroforestería**. México: Universidad Autonoma de Chapingo, 1997.
- 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, 1991.
- RAPIDEL, B. *et al.* Efectos ecológicos y productivos del asocio de árboles de sombra con café en sistemas agroforestales. In: MONTAGNINI, F. *et al.* (ed.). **Sistemas agroforestales**: funciones productivas, socioeconómicas y ambientales. Turrialba-Costa Rica: CATIE, 2015. p. 5-20. (Informe Técnico CATIE, 402).
- RICCI, M. S. F. *et al.* Condições microclimáticas, fenologia e morfologia externa de cafeeiros em sistemas arborizados e a pleno sol. **Coffee Science**, Lavras-MG, v. 8, n. 3, p. 379-388, jul./set. 2013.

RICKETTS, T. H. *et al.* Economic value of tropical forest to coffee production. **Proceedings of Academy of Science**, v. 101, p. 12579–12582, 2004.

ROCHELEAU, D. E. Participatory research in agroforestry: learning from experience and expanding our repertoire. **Agroforestry Systems**, v. 15, p. 111-137, 1991.

SALES, E. 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.

SANTOS, H. G. *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5.ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, p. 219-223, 2018.

SHALENE, J. H. A. *et al.* Shade coffee: update on a disappearing refuge for biodiversity. **BioScience**, v. 64, n. 5, p. 416–428, maio 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/261834779_Shade_Coffee_Update_on_a_Disappearing_Refuge_for_Biodiversity. Acesso em: 6 jun. 2019.

SILVA, V. C. *et al.* Ocorrência de plantas daninhas em cultivo consorciado de café e nogueira-macadâmia. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia-GO, v. 43, n. 4, p. 441-449, out./dez. 2013.

TOLEDO, V. M.; BARRERA-BASSOLS, N. **La memoria biocultural**: la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. Barcelona: Icaria Editorial, 2008. 230 p.

CAPÍTULO 1

HISTÓRICO DOS CAFEZAIS NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO E DO APARECIMENTO DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS

Eduardo Ferreira Sales¹

1 TRAJETÓRIA DO CAFÉ

Na época dos descobrimentos, diferentes colônias foram estabelecidas na América. Nesse Novo Mundo, Espanha e Portugal tinham abundante mão de obra servil, primeiro com a submissão dos nativos e depois com a chegada em massa de africanos escravizados. Ao longo dos séculos, devido à mudança da situação socioeconômica do mundo, sempre houve uma enorme legião de camponeses desempregados, que eram transferidos para os centros de produção: as áreas florescentes sempre coexistiram com as decadentes, ao ritmo do auge e queda de exportação de metais preciosos ou açúcar; as áreas em declínio forneciam mão de obra às áreas florescentes (GALEANO, 2002). Ou seja, no Brasil, indígenas, africanos escravizados e imigrantes foram a força de trabalho que, em cada época, trabalharam no processo de colonização.

Naquela época, o pau-brasil (*Caesalpinia echinata* 'Lam.'), leguminosa nativa da Mata Atlântica, era amplamente utilizado e valorizado na Europa, do qual se extraía um corante para tingir tecidos, por sua tinta vermelha (cor dos reis e nobres). A exploração do pau-brasil marca então o primeiro ciclo econômico da colônia no Brasil. Então, o Rei de Portugal, D. João III, decidiu colonizar efetivamente o Brasil com capital privado, transferindo grande parte da burocracia estatal, militar e navegadores da Índia. Decidiu dividir a região em 15 Capitanias Hereditárias (pedaços de terra que se iniciavam desde o litoral até a linha imaginária do Tratado de Tordesilhas). Os fidalgos mantinham as capitanias e tinham a missão, determinada pelo rei, de ocupar, desenvolver a agricultura e defender o território e as propriedades dos ataques de indígenas e traficantes (ATLAS DO ECOSSISTEMA DO ESPÍRITO SANTO, 2008). Esse processo deu início à degradação florestal da região, e a colonização em capitanias constituiu um dos motivos da concentração de terras no Brasil até hoje.

Segundo Dean (1996), em 1600, nas Capitanias do sudeste do Brasil haviam 21 aldeias indígenas jesuítas associadas aos assentamentos portugueses. Desse total, metade estava localizada no Estado do Espírito Santo, onde havia cinco aldeias no entorno da capital, Vitória, e outras seis no litoral. Logo, presume-se que havia muitos indígenas nessa região.

¹ D.Sc. Agroecologia, Pesquisador do Incaper, eduarsales@hotmail.com

No século XVIII, a população brasileira e os recursos locais escoavam para as minas de ouro (Estado de Minas Gerais), localizadas no interior do país, ao longo da borda interna da Mata Atlântica. O setor da mineração tinha meios suficientes para comprar africanos escravizados, até mesmo para aumentar os preços dos escravizados. Quase toda a riqueza extraída era exportada para Lisboa (DEAN, 1996). Como em qualquer colônia, a atividade principal era a extração ou a produção primária. A extração de pau-brasil, ouro e pedras preciosas, e a produção de açúcar, algodão e café eram as atividades mais importantes do Brasil.

De acordo com Dean (1996), nesse século, as necessidades alimentares da população da região mineira dependiam quase inteiramente das lavouras, sob a técnica de corte e queima da floresta. A destruição exigiria uma média de 600 km² de floresta por ano. Muitas dessas queimadas se repetiram na floresta secundária, ao redor dos povoados próximos às minas de ouro. A degradação florestal, nessas regiões, tornou cada vez menos viável o cultivo itinerante, de modo que as áreas densamente povoadas começaram a ser abastecidas com produtos alimentícios oriundos de distâncias consideráveis. Como mencionado, no século XVIII, o Brasil vivia o ciclo do ouro, enquanto o século XIX deu lugar ao ciclo do café. Para a Mata Atlântica, a introdução do café representaria uma ameaça mais intensa do que qualquer outro evento nos últimos 300 anos. Para o Espírito Santo, entretanto, o século XIX foi um período de grandes mudanças, visto que, anteriormente, ainda não havia sido explorado pelos colonizadores. Anterior a esse século, a região de floresta do estado havia sido mantida - pelos portugueses - para servir de proteção para o estado vizinho (Minas Gerais) que, à época, era a região mineradora do país. A política de isolar a região do ouro usando as matas do Espírito Santo era uma tentativa de reduzir o contrabando ou evitar uma possível invasão, uma vez que a floresta à leste dava segurança à costa. Porém, com o esgotamento das minas, ao final do século XVIII, a necessidade de proteger a região deixou de existir. Sendo assim, foi necessário adotar uma nova estratégia, que envolvia derrubar e explorar a Mata Atlântica do Espírito Santo, exterminando então os índios "botocudos" que habitavam ali.

Vasconcellos (1828), referindo-se à província do Espírito Santo no Brasil do século XIX, relata que o meio ambiente poderia se tornar mais saudável se não surgissem as febres na primavera e no outono, cuja causa era atribuída aos lagos, alimentos salgados e florestas, que poderiam ser parcialmente corrigidos com a drenagem dos lagos e o corte das florestas. No entanto, esse mesmo documento cita que houve relutância em retirar as árvores: “Entre 1820 e 1826 houve uma seca e secaram os riachos perenes. Tudo isso devido ao contínuo desmatamento da mata virgem, deixando as montanhas sem árvores” (VASCONCELOS, 1978, p. 19).

Devido ao aumento dos preços do café, provocado pela desorganização do grande produtor da época, que era a colônia francesa do Haiti, o café despontou no Brasil como um importante produto comercial. No início do século XIX, o café era o terceiro produto depois do açúcar e do algodão. Nesse período, os preços do açúcar caíram; houve o declínio da economia do ouro; ocorreram inúmeras rebeliões armadas no norte do Brasil e uma prolongada guerra civil no extremo sul. Como consequência dessa situação, houve um empobrecimento nacional e, diante dessas dificuldades, a produção de café aumentou cada vez mais no país. Graças a essa nova riqueza, um sólido núcleo de estabilidade se formou na região próxima à capital, o Rio

de Janeiro, que se tornou o verdadeiro centro de resistência contra as forças de desintegração que operavam no norte e no sul da capital (FURTADO, 1970, p. 97 e 113). Para quantificar a dependência do café, Taunay (1945) escreveu:

No período 1829-1830, a safra brasileira representava dezoito por cento da produção mundial. Já de 1859 a 1860 equivalia a 51, para no último quinquênio monárquico chegar a 57 por cento. Os primeiros anos da República ainda viriam acrescida esta percentagem, que nos quinquênios de 1896-1900 e 1901-1906 chegaria a 66 e a 75! (TAUNAY, 1945, p. 243).

Na Europa, a situação sociopolítica do século XIX exigia novos espaços para onde enviar o excedente de mão de obra, que poderia se tornar uma fonte de surtos revolucionários, como aconteceu nos anos 1848 e 1870. Uma nova cultura avançava junto com um novo modo de produção, porque estava morrendo a cultura camponesa, e o mundo feudal definitivamente derrotado pela Revolução Industrial da Inglaterra, no campo econômico, e pela Revolução Francesa, no campo político-ideológico (GROSSELLI, 2008).

No Brasil, diante da necessidade de aumentar a mão de obra disponível, houve o incentivo da imigração. Os navios usados para transportar os imigrantes não eram adequados para esse uso. Estavam sempre com um número maior de pessoas e as condições sanitárias a bordo eram deprimentes. Às vezes, enviavam pessoas e animais ao mesmo tempo. Alguns navios afundaram logo após deixarem o porto. De outros nem se tem notícias. Os navios chegariam ao seu destino após terem descarregado passageiros que morressem durante a viagem. A comida era escassa e de má qualidade. A viagem era longa em navios a vapor, pois o tempo necessário para chegar ao Brasil, da França ou da Itália, era cerca de um mês. Em navios à vela, em geral, era pior, pois demorava o dobro. Muitos agricultores recebiam a promessa de uma viagem a vapor e, ao chegar ao porto, eram recebidos por navios à vela. Algumas pessoas pagavam pelo transporte de sua bagagem, que era roubada. Outros chegavam aos pontos de encontro ou portos e não encontravam navios esperando por eles (depois de pagar grandes quantias). Decepções de todos os tipos foram perpetradas contra as massas humildes, ingênuas e desorganizadas (GROSSELLI, 2008). Porém, faz-se importante realçar que os negros escravizados que chegaram ao Brasil passaram por situações piores nos navios negreiros.

A característica da agricultura na década de 70 do século XIX dificilmente permitia a subsistência. O valor da safra de café era superior ao de outros cultivos. Um relatório do governo revelou que o valor da produção de café por hectare era sete vezes maior do que o valor do cultivo de arroz. Porém, os cafezais começavam a se deteriorar aos 20 anos de idade e a floresta não era restabelecida. Anos depois do desaparecimento das árvores, as estranhas encostas áridas, como se houvesse ocorrido batalhas de artilharia, foram apresentadas como testemunho da rápida passagem do café ao longo do Vale do Rio Paraíba, no Estado do Rio de Janeiro. Quando a economia do Vale do Paraíba ficou ruim, o império português teve dificuldade em manter o padrão de vida dos fazendeiros. Eles se mostraram ingratos e votaram por uma república ao final do século XIX (DEAN, 1996, p. 204 e 232). Assim, a república substituiu a monarquia, dando continuidade à destruição da floresta que avançava nos estados de São Paulo, Paraná e Espírito Santo.

A conservação do solo em muitas áreas do Espírito Santo piorou consideravelmente devido a dois fatores: as fortes chuvas com concentração em alguma época do ano e as montanhas declivosas. Os imigrantes olhavam para a selva como prova da fertilidade da terra. No entanto, isso se devia à fertilidade do sistema fechado da floresta virgem, que mantinha o equilíbrio. As práticas agrícolas dos colonos a destruíram. O desmatamento interrompeu esse sistema e prejudicou o equilíbrio. O terreno muito íngreme era arrastado pelas fortes chuvas, que retiravam o extrato fértil em pouco tempo. Nos primeiros cinco anos, o fenômeno não é perceptível, enquanto as lavouras ainda utilizam o extrato orgânico da superfície. O sistema de corte e queima, que os brasileiros aprenderam com os índios e que os europeus, por sua vez, tomaram emprestado deles, foi seguido por um processo que destruiu completamente toda a vegetação, tanto superior quanto inferior (GROSSELLI, 2008). O sistema indígena era sem dúvida o mais lógico, pois superava a dificuldade de extração da madeira, de baixo valor econômico (também por dificuldades de transporte). Após as queimadas, o solo ficava totalmente desprovido de vegetação, até para se proteger da erosão das chuvas. O fogo, que produzia cinzas e potássio que poderiam enriquecer a terra, não servia para esse propósito, pois as chuvas logo as levavam embora. Outro problema surgiu, o das formigas e a destruição que elas causaram nos campos, além da seca que assolava a região periodicamente. As formigas a que nos referimos (*Atta sexdens*) são chamadas pelos brasileiros de "saúvas" (GROSSELLI, 2008, p. 480). Esse processo de degradação continua até hoje em algumas propriedades. Infelizmente, o procedimento impróprio de cultivo é mais intenso do que o método de preservação.

Outro aspecto da agricultura da época era que a incompatibilidade entre o pastoreio e o regime de corte e queima fazia com que o arado fosse abandonado e as cinzas da floresta oferecessem nutrientes mais ricos e abundantes do que o esterco. É fácil imaginar o descontentamento dos agricultores quando instruídos a mudar os métodos de cultivo evitando o fogo, já que isso significaria mais horas de trabalho para eles. Com o novo método de cultivo, as horas trabalhadas poderiam aumentar abruptamente, passando de 500 horas anuais para cerca de 2 mil horas, ocupando então grande parte do tempo livre dos agricultores. Além disso, não havia comprovação de que ele seria capaz de obter um desempenho superior (DEAN, 1996, p.117). Consequentemente, o óbvio aconteceu: o sistema de corte e queima não mudava. Além disso, os agricultores tinham apenas como arma o fogo, que usavam sem piedade.

No Sul do Espírito Santo, região de topografia bastante acidentada, o cultivo do café era utilizado da mesma forma tradicional e predatória que a utilizada no Rio de Janeiro e em Minas Gerais, cujos cenários naturais eram mais apropriados. Como o plantio dessa cultura nas encostas do estado era feito nas fileiras (lavouras de café na direção da encosta), mas não no contorno, o processo de erosão aumentou. A fertilidade do solo diminuiu e, como resultado, houve uma redução na vida útil dos cafezais e na sua produtividade (BERGAMIM, 2006). Dean (1996, p. 201) aponta um motivo para o plantio de café na direção da encosta, já que os escravizados trabalhavam no alto do morro. O procedimento simplificado para o controle e vigilância dos trabalhadores era ficar em linha reta. Assim, as lavouras de café eram plantadas desse modo, o que acelerava o fluxo da água da chuva e promovia a erosão.

Porém, reconheceu-se que as folhas e os caules eram benéficos ao solo e que essa matéria orgânica deveria ser acumulada sob os cafezais ao final da colheita. No entanto, os escravizados trabalhavam descalços para realizar essa tarefa e a vegetação, da forma que estava, atraía ratos que, por sua vez, atraíam cobras. Muitas vezes, essa matéria orgânica não era conservada, sendo simplesmente queimada. Além de todo o processo de erosão do solo utilizado com a derrubada e queima citadas acima, a encosta acentuava ainda mais a destruição.

No relato de Dean (1996, p. 380), é descrito que durante 500 anos a Mata Atlântica proporcionou lucros fáceis: papagaios, corantes, escravizados, ouro, orquídeas e madeira em benefício de seus proprietários coloniais. A floresta devastada gerou uma camada de cinzas imensamente fértil que tornou possível a agricultura passiva, imprudente e insustentável. A população crescia cada vez mais e o capital se acumulava, enquanto as florestas desapareciam nas barreiras de erosão de terras agrícolas e de produtos ocasionalmente obtidos gratuitamente na floresta. Não houve restrição à ganância durante esse meio milênio.

Nesse cenário, o cultivo do café era realizado. Os períodos em que existiam bons preços de café foram relativamente poucos e curtos: 1886 a 1896, 1911 e 1912 e nas décadas de 1920 e 1930 (que atingiu um preço recorde de \$ 60.000 - réis - para cada 15 kg de café, que em 1930 caiu para \$ 5.000) (GROSSELLI, 2008).

Na crise de 1930, a situação era defender os preços da cafeicultura (situada em posição privilegiada entre os produtos primários do comércio internacional). Por outro lado, os lucros elevados para o empresário criaram a necessidade de prosseguir com seus investimentos. Consequentemente, era inevitável que esses investimentos avançassem em direção à sua própria cafeicultura. O mecanismo de defesa da economia cafeeira foi, em última instância, um processo de transferência para o futuro da solução de um problema cada vez mais grave (FURTADO, 1970, p.180). O café sempre foi considerado um produto de grande importância, e tinha subsídios que artificializavam o mercado. Essa dependência marcou as políticas em relação a esse produto se tornando nociva para o Brasil.

Assim, a cafeicultura brasileira enfrentou duas grandes crises, a superprodução e o declínio de preços, em 1895/1907 e em 1930/1938, conforme relata Prado Júnior (1986). Especificamente na segunda, houve a queima e lançamento ao mar de aproximadamente 80 milhões de sacas (equivalente a três anos de consumo mundial). Esses dados demonstram o perigo e as consequências de um país depender de um só produto. Os efeitos foram sentidos em todos os aspectos, econômicos, sociais e ecológicos.

No período de 1945 a 1955, os preços internacionais do café quadruplicaram. Isso gerou uma superprodução acompanhadas de sucessivas quedas de preços. Na tentativa de melhorar os preços e renovar as lavouras, muitas plantações de café foram destruídas. De 1962 a 1966, 723 milhões de cafeeiros foram destruídos no Brasil. No Espírito Santo, foram 68 milhões, liberando uma área de 51 mil ha. Depois, entre 1966 e 1967, foram cortados 235 milhões de cafezais correspondentes a 239 mil ha no estado, transformando a maior parte em pastagens. Esse resultado foi devido ao predomínio de lavouras de café com menor produtividade e pior situação financeira dos cafeicultores (SOUZA FILHO, 1990).

A queda da renda monetária da pequena propriedade familiar foi novamente travada com a expansão da produção de subsistência para gerar excedentes e mercado. O crescimento dos centros urbanos de Vitória, Cachoeiro de Itapemirim e Rio de Janeiro, constituiu uma importante fonte de demanda para a produção agrícola. Com a crise do café, os agricultores aumentaram estrategicamente a produção para sua subsistência no período pós-guerra. Na década de 1970, com o projeto de modernização, acompanhado do crédito rural subsidiado - programas específicos de desenvolvimento e pesquisa agropecuária do governo federal -, as ações de modernização foram ampliadas (SOUZA FILHO, 1990). Esse processo atingiu a cafeicultura de forma artificial e insustentável.

Nesses anos, com esse novo projeto, a agricultura brasileira aumentou a sua produção, principalmente devido à aplicação de fertilizantes químicos e defensivos agrícolas, à mecanização, e à abertura de novas áreas, mas os aspectos ambientais não foram levados em consideração. Essa nova estratégia mudou o panorama do sistema produtivo da agricultura familiar, ou seja, o intenso processo de modernização levou ao aumento da produção e da produtividade à custa de sacrifícios sociais e ambientais. A magnitude dessas mudanças, por si só, justificou a revisão do modelo de desenvolvimento dominante (CARVALHO, 1995). O desenvolvimento trouxe também a concentração de renda no setor primário com a política de crédito rural subsidiado, promovendo o aumento do desemprego no campo e o êxodo rural para as grandes cidades. A pequena produção estava subordinada ao agronegócio, latifúndios, cooperativas e capital comercial (GRAZIANO DA SILVA, 1984). Nessas circunstâncias, a agricultura teve um impacto que mudou suas características, especialmente em terras capixabas.

O Estado do Espírito Santo é caracterizado por ter um predomínio da agricultura baseada no trabalho familiar, que depende principalmente do cultivo do café. Essa agricultura tem poucas lavouras complementares como fonte de renda e pouca venda de excedentes em comparação com a safra principal que é o café. Em geral, os agricultores ficam à mercê dos preços do café, que em situações de cotação baixa causam sérios problemas socioeconômicos. Por outro lado, as lavouras são manejadas de acordo com essa instabilidade, o que leva a períodos de maior dedicação à produção cafeeira, alternados com períodos de abandono. O agravante é que nas lavouras fertilizadas quimicamente, a situação torna-se pior pelo alto preço dos fertilizantes e pelo fato de, ao suspender a fertilização do café, ocorre uma queda ainda maior da colheita, afetando a lavoura, a produção e a própria manutenção dos agricultores. Atualmente, a cafeicultura ocupa 441.618 ha no Espírito Santo (CONAB, 2021), o que representa cerca de 10,4% da superfície, constituindo um produto de grande importância socioeconômica, sendo responsável pela geração de renda e emprego. No entanto, os cafezais em sistemas agroflorestais (SAFs) no estado foram identificados com uma área de 241,7 ha em 2005 (SALES; ARAUJO, 2005). Isso mostra o quão pequena era a área dedicada a esses sistemas mais diversificados.

A principal formação vegetal no Norte do Espírito Santo é a Floresta Ombrófila Densa nas terras baixas, também conhecida como "Mata de Tabuleiros", inserida na Mata Atlântica (ATLAS DO ECOSISTEMA DO ESPÍRITO SANTO, 2008). O bioma Mata Atlântica é um dos *hotspots* do planeta identificado pela Conservação Internacional (CI), apresentando, portanto, alta

prioridade para sua conservação. A região é uma reserva de biodiversidade e simultaneamente apresenta um alto índice de destruição (CRITICAL ECOSYSTEM PARTNERSHIP FUND, 2007). Por isso, a proposta de divulgação dos SAFs seria mais adequada ambientalmente para estar associada a esse bioma.

2 ALGUMAS CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA SOBRE SAFs NO MUNDO

Desde os tempos remotos, os SAFs foram se consolidando, no mundo inteiro, em um processo de coevolução entre as famílias camponesas e o ambiente natural. Particularmente na Península Ibérica, esses sistemas contribuíram, ao longo dos anos, para a transformação da floresta mediterrânea, dando origem a um sistema agrosilvipastoril, denominado dehesa. De acordo com Acosta (2008, p.437), nas terras da Espanha e de Portugal, esse sistema envolve várias atividades da agricultura, da floresta e da pecuária:

[...] mistura produção e conservação, através do uso múltiplo do território. A diversidade e complementaridade de usos conseguiu extrair recursos discretos, mas constantes, em um ambiente com graves limitações edafoclimáticas. A base do funcionamento deste agroecossistema era a gestão das redes da diversidade. Este sistema teve várias dimensões: diversidade de usos produtivos, agrícolas, pecuários e florestais; diversidade de espécies animais e vegetais, estas últimas com diferentes distribuições verticais e horizontais, com diferentes parcelas e estratos (herbácea, arbórea e arbustiva, com distintos graus de maturidade); e diversidade de unidades e microclimas ambientais com diferentes valores estratégicos e formas concretas de gestão e uso, articuladas em grande medida através do vetor de mobilidade que era a pecuária.

Segundo Palerm (1982), há descrições da América Central no século XVI que fazem menção aos SAFs e que foram registradas por alguns funcionários, encarregados de organizar e desenvolver o sistema colonial. As principais plantas identificadas para a manutenção dos indígenas das Américas foram a mandioca e o milho. Havia muitas frutas cultivadas em SAFs como mamey (*Mammea americana* L.), graviola (*Annona muricata*), goiaba (*Psidium guajava*) e coco (*Cocos nucifera*), que também eram usadas na alimentação. Essa diversidade de espécies exemplifica o que havia nos sistemas de produção naquela região há cinco séculos.

Em um estudo na América Central, em El Salvador e na Nicarágua, Méndez e Bacon (2005) consideram que os cafeicultores mantêm as árvores em seus cafezais, quando podem continuar obtendo os produtos e benefícios que já extraem. Um mérito dos agricultores é que eles mantiveram essa biodiversidade por conta própria e sem suporte financeiro ou técnico. Isso demonstra um grau de compatibilidade entre a manutenção de um certo nível de biodiversidade arbórea e os meios de subsistência locais. Os autores também afirmam que o agroecoturismo e as redes educacionais representam novas iniciativas, bem como oportunidades de empoderamento dos agricultores, agregando meios de subsistência locais à conservação ambiental.

Como vimos, o manejo em SAFs auxilia na conservação do solo e da água, além de espécies da flora e fauna. Por sua vez, constitui um moderador natural do microclima. No entanto, os

SAFs descritos estão ameaçados, porque, em tempos de queda dos preços do café e devido à competição com países onde a produção é realizada a custos mais baixos, eles desencadeiam consequências: em muitos países os agricultores abandonam seus métodos tradicionais de produção de café, em particular a cultura à sombra (PERFECTO *et al.*, 1996).

3 ALGUMAS CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA SOBRE SAFs NO BRASIL

Historicamente, no século XIX, Dean (1996, p. 234) menciona que os cafeicultores do Estado de São Paulo não plantavam árvores associadas à lavoura de café por ser uma prática arriscada no clima seco do interior, devido aos déficits anuais de chuva. Por outro lado, os agricultores da região Oeste do mesmo estado davam importância à proximidade das lavouras com a floresta, pois acreditavam que era melhor para aumentar a produção de café. O autor completa que as plantações de café eram sombreadas por si próprias, uma vez que a técnica de semear de seis a oito sementes de café por cova foi usada, gerando assim um grupo de três ou quatro plantas mais vigorosas por cova. Com esse procedimento, os agricultores brasileiros estavam fazendo um experimento massivo e inconsciente de reprodução, selecionando as melhores plantas de café resistentes à seca e tolerantes ao sol. Hoje, a maior parte das plantações de café no Brasil é efetuada em monocultivo, com grande concentração de plantas por hectare, tanto da espécie *Coffea arabica* quanto da espécie *Coffea canephora*.

Em Pernambuco, Figueiredo (2010) demonstrou que os SAFs foram a forma encontrada pelos assentados (da reforma agrária) de produzir autonomamente em seus agroecossistemas. Ao promover os recursos renováveis, as famílias assentadas romperam com o círculo vicioso da forte agricultura industrial, que as subordinava ao mercado de produtos industrializados, substituindo a lavoura de cana-de-açúcar por uma produção estável e diversificada. A cobertura vegetal do solo desenvolvida a partir da sucessão natural das espécies exerceu inúmeras influências ecológicas e sociais no etnoagroecossistema. Os entrevistados naquele trabalho apontaram a capacidade de resiliência dos SAFs em relação aos fenômenos climáticos como secas e enchentes de inverno no Nordeste do Brasil. Segundo o autor, esses SAFs também foram importantes por terem poupado mão de obra da família, visto que, o trabalho dentro desse sistema era considerado mais leve quando comparado à mão de obra no sistema canavieiro. Isso, somado à proteção das árvores contra a insolação, significou uma grande redução das dificuldades do trabalho camponês. Esse conjunto de mudanças verificadas nos agroecossistemas estudados foi produto da coevolução social e natural ocorrida dentro dos assentamentos. O autor concluiu que essa mudança sociocultural foi especialmente importante porque, por um lado, representou uma ruptura com o esquema mental monocultural da plantação de cana-de-açúcar e, por outro lado, indicou que a metodologia “agricultor a agricultor”, aplicada ao caso estudado, foi uma ferramenta poderosa para mobilizar os assentados a (re) construir o conhecimento agroecológico.

Esse exemplo leva à reflexão sobre a realidade do Espírito Santo, em comparação com a de Pernambuco, e as dificuldades de mudança para um sistema agroecológico. A resposta talvez seja a situação de dependência das safras de cana-de-açúcar em Pernambuco (mais

industrializada e dependente do processo empresarial) em relação às safras de café no Espírito Santo (mais adaptadas à agricultura familiar). No trabalho de pesquisa realizado em Pernambuco, que está localizado em uma região de baixa pluviosidade, Figueiredo (2010) identificou uma apropriação de SAFs pelos assentados da reforma agrária com muitas vantagens. A possibilidade de produção para consumo e comercialização do excedente com um faturamento de 150 reais por semana foi uma demonstração de que os atores envolvidos eram quase excluídos do sistema econômico. Assim, ao obter a terra e a possibilidade de produzir alimentos, esses agricultores conseguiram melhorar de vida em relação ao que ganhavam em períodos anteriores. No Espírito Santo, os cafeicultores estão acostumados com a cultura do café há 150 anos. Mesmo passando por crises de preços, os cafeicultores mantêm o café como principal produto.

No Estado da Bahia existe um SAF há 200 anos denominado “Cabruca” que consiste no corte de algumas árvores da floresta para a implantação do cacaueteiro sem a queima. Nesse estado, Ernst Götsch aperfeiçoou um processo de sucessão natural de SAF, no qual buscou promover o desenvolvimento de espécies vegetais de forma sequencial, utilizando podas para formação de cobertura vegetal e capina seletiva. Segundo os princípios de Götsch (1992), as árvores antigas já cumpriram suas funções de beneficiamento do solo e são substituídas por indivíduos do grupo sucessor. Árvores em crescimento são revitalizadas por poda. Após a poda, toda a sua biomassa deve ser devidamente cortada e bem distribuída no solo. Peneireiro (1999) afirma que esse processo requer monitoramento e domínio contínuo das práticas utilizadas, favorecendo o sucesso do sistema ao longo do tempo. De acordo com a autora, em seu estudo sobre SAFs na composição da flora e na análise de solos realizada em parcelas, com 12 anos nesse sistema, comparadas a uma parcela de regeneração espontânea, a superioridade do SAF foi verificada em vários aspectos. Na questão da fertilidade química do solo, constatou-se que houve uma melhora perceptível, bem como uma tendência à evolução da macrofauna edáfica.

Na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais, alguns SAFs também foram realizados com os princípios de Götsch. O trabalho foi realizado pelo Centro de Tecnologias Alternativas da Zona da Mata (CTA-ZM), em conjunto com sindicatos de trabalhadores rurais da região e a Universidade Federal de Viçosa (UFV). A utilização dos SAFs em áreas consideradas de preservação permanente poderá conciliar a produção de alimentos com a conservação dos recursos e com a manutenção da biodiversidade (FRANCO, 2000). Em outro estudo na região, um dos critérios indicados pelos agricultores a fim de selecionar árvores para uso em sistemas agroflorestais de café é o sistema radicular. Se as raízes das árvores do consórcio exploram diferentes camadas de terra, além das utilizadas pelas plantações de café, a competição será menor (CARVALHO, 2011).

Em uma pesquisa similar, feita na Mata Atlântica, em Minas Gerais, Campanha *et al.* (2004) relataram que a produção de café foi menor no sistema agroflorestal em comparação com a monocultura do café. A alta densidade de árvores de sombra nos SAFs, bem como a falta de podas, provavelmente aumentaram a competição entre as árvores e os cafeeiros por luz e nutrientes, embora o teor de nutrientes nas folhas dos cafezais fosse semelhante em ambos

os sistemas. Essa pesquisa demonstrou a importância do manejo adequado para o sucesso desses sistemas sombreados.

Rebeschini *et al.* (2008) relataram que agricultores que desenvolveram SAFs em diversos projetos no Brasil, juntamente com experimentadores que construíram esse conhecimento, têm sido chamados a contribuir para a formulação de políticas públicas. Os agricultores (alguns do Vale do Ribeira, no Estado de São Paulo) participaram dessa tarefa de construção de uma metodologia para avaliar os resultados econômicos dos SAFs. Os autores argumentaram que foram escolhidas as famílias de monitores agroflorestais que estavam há mais tempo envolvidos com SAFs. Concluiu-se que o uso de SAFs e práticas conservacionistas poderiam ser incluídas nas políticas públicas. Os estudos de caso integrados a essas redes representaram uma espécie de “certificação em mídias sociais”, que se transformou em institucionalização que validou os resultados. A região do Vale do Ribeira é a mais pobre do Estado de São Paulo. Foi justamente nessa região que os SAFs tiveram uma melhor aceitação e um desenvolvimento mais satisfatório do sistema.

4 SAFs NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

No Estado do Espírito Santo, durante o século XIX, o denominado café capitania era plantado próximo às árvores do litoral (LANI, 2008). Em contraste, atualmente esse tipo de sistema é minoritário, e as plantações de café predominam a pleno sol.

Araujo (1993) realizou uma investigação no norte do estado com as plantações de café associadas às árvores. Foram identificadas árvores localizadas nas plantações de café conilon nas propriedades. Em seguida, verificou-se a produção de café próxima a essas árvores, comparando-a com a produção dos cafezais mais distantes. Assim, foram obtidas informações sobre diversas espécies de árvores compatíveis com a cafeicultura. Identificou-se que o manejo utilizado na condução das árvores afetava o resultado da associação: uma árvore devidamente podada contribuía para a harmonia entre as espécies.

A publicação do Projeto Desenvolvimento Local Sustentável (2004) descreve que foi na década de 1980 que se deu início à agricultura orgânica no Estado do Espírito Santo. A colaboração da sociedade civil e algumas ações governamentais foram instrumentos importantes para que essa discussão e realização de ações - hoje caracterizadas como de agricultura orgânica - conquistassem seu espaço no estado. A participação de um grupo de técnicos e agricultores no Encontro Brasileiro de Agricultura Alternativa de 1989; a vinda do Projeto de Tecnologias Alternativas - PTA da ONG FASE (mais tarde denominada de APTA); a criação dos CEIERS (Centros Estaduais Integrados de Educação Rural) através de uma parceria da Secretaria de Agricultura, Secretaria de Educação e a Prefeitura Municipal de Águia Branca, de Boa Esperança, de Nova Venécia, de Vila Pavão, após sua emancipação política; e as experiências do Centro Natural Augusto Ruschi ("Hortão" de Cachoeiro de Itapemirim) foram algumas das iniciativas. O movimento de agricultura orgânica, iniciado no estado nessa época, era realizado pelo que se denominava informalmente de "rede de agricultura alternativa", formada pelas instituições

citadas anteriormente e o Grupo Kapixawa (grupo de estudantes da Faculdade de Agronomia de Alegre – Ufes) por projetos da Igreja Luterana (Associação Diacônica Luterana, Projeto Guandu e mais recentemente os Projetos Denes e Bases); pela pastoral da terra da Igreja Católica (CPT); por associações de agricultores; pelos sindicatos dos trabalhadores rurais do norte do estado; e algumas Escolas Famílias Agrícolas – EFAs.

A participação de técnicos em cursos e visitas aos SAFs conduzidos com os princípios de Götsch também influenciou na implantação dos SAFs no norte do Espírito Santo, na década de 1990. Um Programa Agroflorestal da APTA foi implantado nessa época. Uma avaliação desse programa revelou que os agricultores optaram por espécies madeireiras devido à necessidade de renda. As dificuldades para a continuidade do trabalho foram a redução de custos e mão de obra, além de uma falta de contato mais próximo com pesquisadores e instituições de apoio no monitoramento dos sistemas produtivos. Nos aspectos metodológicos, seria necessária uma maior participação das comunidades rurais. Trabalhar com as mulheres foi uma estratégia que se mostrou fundamental para obter melhores resultados. Os desafios foram os seguintes: a implantação de SAF em áreas de alta produtividade e a convivência com o acentuado déficit hídrico. O resultado da avaliação desses sistemas foi que eles precisavam de melhorias, e algumas áreas foram abandonadas por diferentes motivos. A conclusão do programa foi que as maiores dificuldades na região Norte do Espírito Santo, em relação à perda de entusiasmo dos agricultores no que diz respeito aos SAFs, foram devido às estiagens para implantação das unidades experimentais e aos custos de implantação (NOWOTNY, 1997). Dando continuidade ao processo de desenvolvimento dos SAFs, em 2002, a APTA organizou grupos de trabalho formados por agricultores e técnicos do estado com o objetivo de implantar e gerir SAFs nas propriedades rurais (APTA, 2003).

Em levantamentos realizados no estado, algumas famílias mantinham sistemas agrícolas simples junto aos cafezais, como seringueiras (*Hevea brasiliensis*), algumas espécies madeireiras e árvores frutíferas (SALES; ARAUJO, 2005). Dois terços das propriedades investigadas adotaram uma simplificação dos SAFs. Esses sistemas eram caracterizados por espécies de crescimento rápido e multifuncionais, plantadas nas lavouras de café. Dessa forma, o consórcio já representava uma possibilidade de mudança nos sistemas de produção de café, e por si só indicava que esses SAFs simplificados poderiam ser praticáveis.

Em um experimento com os cafezais conilon e pupunha (*Bactris gasipaes*) no Espírito Santo, Brum *et al.* (2007) demonstraram que o arranjo espacial dessa palmeira de 6,0 m x 2,0 m aumentou o volume de café colhido e, conseqüentemente, obteve um peso maior de café devido ao sombreamento menos denso. Comparando com a parcela sem palmeira, a produção foi ainda maior.

Segundo Ferreira Neto (2010), no estado houve uma experiência de crédito, relacionada aos SAFs, promovida pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), no período de 2003 a 2006. A instituição lançou um projeto do Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA) para dar assistência técnica às propriedades que tiveram acesso ao Pronaf Floresta. A formação de técnicos no estado foi promovida com recursos do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA). O Incaper, em conjunto com parceiros, patrocinava seminários

para mobilizar agricultores e técnicos na implementação de unidades demonstrativas de SAFs. O autor constatou que, durante a execução do referido projeto, a maioria dos agricultores não buscou o crédito do Pronaf Floresta, por escolha ou pela recusa dos bancos. O autor citou, ainda, que uma das limitações no desenvolvimento dos projetos foi a falta de informações técnicas sobre as árvores.

Em 2008, foi feito um diagnóstico no estado sobre as experiências dos SAFs, buscando recomendações de estratégias e políticas públicas para sua implantação e divulgação (BONFIM, 2009). Esse diagnóstico fez parte do Projeto Corredores Ecológicos (PCE). Foram visitadas 51 experiências de diferentes tipos de projetos com SAFs. As experiências com agricultores familiares representaram 84%. A cafeicultura esteve presente em 80% das experiências, como principal fonte de renda. A diversificação foi uma característica encontrada em todas as propriedades, entretanto, a espécie cedro australiano (*Toona ciliata* ‘M. Roemer’) foi encontrada em um grande número. Outros sistemas, como os silvipastoris, árvores nativas com palmeiras, seringueira, cacau, pimenta-do-reino e árvores frutíferas também foram identificados no trabalho. Segundo os agricultores, animais silvestres eram frequentemente observados nos SAFs. Alguns agricultores citaram que não tiveram assistência e reclamaram do custo dos fertilizantes sintéticos. Eles desconheciam a legislação que exige o registro de Reserva Legal (RL) de no mínimo 20% da área da propriedade com cobertura vegetal natural da Mata Atlântica, bem como as Áreas de Preservação Permanente (APP), que são as áreas marginais aos rios, encostas íngremes e topos de montanhas. Um dos principais desafios identificados pelos agricultores durante o diagnóstico foi o alto custo de implantação de projetos de recuperação de fragmentos e matas ciliares.

A busca de alternativas de produção e renda em relação ao café por meio da agrossilvicultura tem atraído a atenção de agricultores, organizações não governamentais (NOWOTNY, 1997), setores do governo em seus enfoques regionais (NOVO PEDEAG, 2010) e diversas organizações internacionais (AGENDA 21, 1992; MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2003).

Gliessman (2001) revela que a transição para sistemas mais harmônicos passa por vários níveis. O primeiro nível é o uso eficiente de práticas convencionais com o objetivo de reduzir o uso de insumos escassos. O segundo nível é a substituição de insumos e práticas convencionais por insumos orgânicos e práticas alternativas. O terceiro é o redesenho dos sistemas de produção para que funcionem com um novo conjunto de processos ecológicos. Gliessman (2007) ainda expõe um quarto nível na transição para uma cultura de sustentabilidade, que busca uma relação entre quem produz e quem consome (a venda direta é um exemplo). Nesse processo, o consumidor é fundamental, pois gera demanda e consegue manter esse vínculo com quem produz, dinamizando o sistema.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Estado do Espírito Santo, os SAFs representam uma oportunidade de introduzir um componente florestal, de especiarias ou de frutas, que possam apoiar os serviços ambientais, produzir madeira de qualidade e diversificar as atividades agrícolas. De forma geral, a estratégia

tem grande potencial para ajudar a promover o equilíbrio entre a produção e as funções sociais e ecológicas.

O protagonismo dos agricultores é essencial no processo de transição. Ao se minimizar a atitude paternalista dos técnicos, e fortalecer o protagonismo dos agricultores, pode haver um melhoramento dessa relação, proporcionando então uma postura mais dialógica. Os SAFs mencionados neste trabalho mostram possibilidades de um melhor desenvolvimento no campo, desde que sejam considerados os anseios das famílias dos agricultores, os aspectos técnicos relevantes para o desenvolvimento sustentável e as políticas agrícolas adequadas. A possibilidade de fortalecer as redes de intercâmbio e a venda direta pode contribuir para um melhor desenvolvimento na construção de sistemas mais factíveis, através de um fórum de reconhecimento mútuo entre as pessoas que vivem no campo e na cidade, com a promoção de condições que favoreçam um ambiente saudável e uma melhor qualidade de vida.

Historicamente, há mais de 100 anos, o estabelecimento de plantações de café tem sido responsável pela degradação do meio ambiente e pelo predomínio do monocultivo no estado. Por outro lado, os SAFs podem enriquecer o meio ambiente e trazer espécies de importância socioeconômica para o sustento doméstico e a diversificação.

Dessa forma, as pesquisas realizadas podem alertar sobre os riscos das monoculturas, principalmente quando são muito dependentes de agroquímicos, e subsidiar propostas de transição para SAFs, auxiliando na tomada de decisões políticas voltadas ao redirecionamento das atividades agrícolas no Estado do Espírito Santo.

REFERÊNCIAS

ACOSTA, R. **Dehesas de la sobremodernidad**: la cadencia y el vértigo. Badajoz: Colección Raíces, 2008.

AGENDA 21. *In*: CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1992, Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.ecologiaintegral.org.br/Agenda21.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2022.

APTA. **Experiências agroecológicas capixabas**. APTA, Chão Vivo, Fundação Luterana Sementes e Prefeitura de Santa Maria de Jetibá (Org.). Vitória: Gráfica Samorini, 2003.

ARAUJO, J. B. S. **Levantamento de plantas companheiras do café**. Boa Esperança: Centro Integrado Rural, 1993. 23 p.

BERGAMIM, M.C. A pequena propriedade rural no Espírito Santo: constituição e crise de uma agricultura familiar. *In*: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 44., 2006, Fortaleza. **Anais** [...] Brasília, DF: SOBER, 2006.

BONFIM, V. R. **Relatório final**: diagnóstico de experiências de sistemas agroflorestais e recomendações de estratégias e políticas públicas para sua implementação e difusão no Estado do Espírito Santo. Rio de Janeiro: Projeto Corredores Ecológicos CCMA, Cooperação financeira Alemanha-Brasil. 2009.

BRUM, V. J., BREGONCI, I. S., CAMPOS, L. P. A., REIS, E. F., AMARAL, J. A. T.; JESUS JUNIOR W. C. Produtividade do café conilon em monocultivo e sombreado com pupunheira. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 5., 2007, Guarapari. **Anais** [...] ABA **Agroecologia**, 2007. CD-ROM.

CAMPANHA, M. M.; SANTOS, R. H. S.; FREITAS, G. B.; MARTINEZ, H. E. P.; GARCIA, S.; FINGER, F. L. Growth and yield of coffee plants in agroforestry and monoculture systems in Minas Gerais, Brazil. **Agroforestry Systems**, v. 63, n.1, p. 75–82, 2004.

CARVALHO, A. F. **Água e radiação em sistemas agroflorestais com café no território da Serra do Brigadeiro-MG**. 2011. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

CARVALHO, T. A. de A. Agricultura sustentável na unidade familiar de produção: novo paradigma de desenvolvimento. In: WORKSHOP O DESENVOLVIMENTO DE UMA OUTRA AGRICULTURA. **Anais [...]** Curitiba, CAPES/COFECUB, 1995.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira café, safra 2020**, terceiro levantamento, setembro/2020/, Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília: Conab, 2020.

CRITICAL ECOSYSTEM PARTNERSHIP FUND. 2007. **Assessing Five Years of CEPF Investment in the Atlantic Forest Biodiversity Hotspot, Brazil**. Disponível em: http://www.cepf.net/Documents/final_atlanticforest_assessment.march07.pdf. Acesso em: 20 jan. 2012.

DEAN, W. **A ferro e fogo: a história da devastação da Mata Atlântica brasileira**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

FERREIRA NETO, P. S. **Análise sobre a legislação e o fomento na implementação de sistemas agroflorestais no bioma Mata Atlântica**. Versão Preliminar do autor, 2010.

FIGUEIREDO, M. A. B. **Una estrategia de desarrollo local desde las experiencias agroecológicas de la Región Cañera Pernambucana – Brasil**. Tese (Doutorado em Agroecologia). - Instituto de Sociologia e Estudos Agrícolas, Universidade de Córdoba, Córdoba, 2010, 273 p.

FRANCO, F. S. **Sistemas agroflorestais: uma contribuição para a conservação dos recursos naturais na Zona da Mata de Minas Gerais**. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

FURTADO, C. **Formação econômica do Brasil**. 10. ed. São Paulo: Nacional, 1970.

GALEANO, E. **Las venas abiertas de América Latina**. 17. ed. Madrid: Siglo Veintiuno de España Editores, 2002.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 2. ed. Porto Alegre, Ed. Universidade, UFRGS, 2001.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecology: the ecology of sustainable food systems**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press/Taylor & Francis, 2007.

GÖTSCH, E. **Natural succession of species in agroforestry and in soil recovery** (não publicado). 1992.

GRAZIANO DA SILVA, J. Os velhos debates da nova agricultura brasileira. **Pensamento Iberoamericano**, v. 5, p. 586-574, 1984.

GROSSELLI, R. M. **Colônias imperiais na terra do café: camponeses trentinos (vênetos e lombardos) nas florestas brasileiras, Espírito Santo, 1874-1900**. Tradução: Márcia Sarcinelli. Vitória: Arquivo Público do Estado do Espírito Santo, 2008.

LANI, J. L. (Coord.). **Atlas de ecossistemas do Espírito Santo**. Vitória: Sema, 2008.

MÉNDEZ, V. E.; BACON, C. M. Medios de vida y conservación de la biodiversidad arbórea: las experiencias de las cooperativas cafetaleras en El Salvador y Nicaragua. **LEISA Revista de Agroecología**, v. 20, n. 4, p. 27-30, abr. 2005.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being: a framework for assessment**. Washington, D.C.: Island Press, 2003.

NOVO PEDEAG. **Plano estratégico de desenvolvimento da agricultura**: novo PEDEAG 2007-2025. Disponível em: <http://www.seag.es.gov.br/pedeag/livro.htm>. Acesso em: 23 out. 2011.

NOWOTNY, K. **Sistematização do programa de agrossilvicultura**. Vitória: Associação de Programas em Tecnologias Alternativas, 1997.

PALERM, A. **Historia de la etnología**. 2. ed. México: Editorial Alhambra, 1982. (Los precursores, v. 1)

PENEIREIRO, F. M. **Sistemas agroflorestais dirigidos pela sucessão natural**: um estudo de caso. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Piracicaba, 1999.

PERFECTO, I.; RICE, R. A.; GREENBERG, R.; VAN DER VOORT, M. E. Shade coffee: A disappearing refuge for biodiversity. **BioScience**, v. 46, n. 8, p. 598 -609, 1996.

PRADO JÚNIOR, C. **História econômica do Brasil**. 33. ed. São Paulo: Brasiliense, 1986.

PROJETO DESENVOLVIMENTO LOCAL SUSTENTÁVEL - ESPÍRITO SANTO. Implementação de uma política pública de promoção de Agroecologia no Espírito Santo como estratégia de desenvolvimento local sustentável: a contribuição da cooperação alemã. In: KÜSTER, A.; MARTÍ, J.F.; FICKERT, U. **Agricultura familiar, agroecologia e mercado no norte e nordeste do Brasil**. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, 2004. 147-168 p.

REBESCHINI, A. A.; SANTOS, A.C.; OLIVEIRA, A.F.M.; DEITENBACH, A.; PERES, J.C. **Construção participativa de indicadores de sustentabilidade em sistemas agroflorestais no Vale do Ribeira**. São Paulo: Proter, 2008.

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. **Anais [...]** ABA, 2005. CD-ROM.

SOUZA FILHO, H.M. **A modernização violenta**: principais transformações na agropecuária Capixaba. Dissertação (Mestrado em Ciência Econômica) – Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1990.

TAUNAY, A. de E. **Pequena história do café no Brasil (1727- 1937)**. Rio de Janeiro: Departamento Nacional do Café, 1945.

VASCONCELLOS, I. A. **Memória estatística da província do Espírito Santo escrita no ano de 1828 (por) Ignácio Accioli de Vasconcelos**. Transcrição do manuscrito original por Fernando Achiamé. Vitória, Arquivo Público Estadual, 1978.

CAPÍTULO 2

DECOMPOSIÇÃO E LIBERAÇÃO DE NUTRIENTES DE DIFERENTES ESPÉCIES EM SAF – SINCRONIA COM O CAFEIEIRO¹

João Batista Silva Araujo²

Matheus Wandermurem da Silva³

Wallace Luís de Lima⁴

Ana Claudia Hertel Pereira⁵

Denise Coutinho Endringer⁶

Jacimar Luís de Souza⁷

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas agroflorestais (SAFs) são importantes no contexto agroecológico como alternativa ao monocultivo, porque promovem o aumento da biodiversidade (ZAPATA, 2019) e a diversificação de culturas com maior potencial econômico no conjunto do sistema (SALAZAR-DÍAZ; TIXIER, 2019). Entre as potenciais vantagens dos SAFs estão o aumento da matéria orgânica no solo e a ciclagem de nutrientes de níveis mais profundos para a superfície do solo (ISAAC; BORDEN, 2019). Além disso, espécies de leguminosas (atual família Fabaceae) utilizadas em SAFs fixam nitrogênio (N) do ar biologicamente (N-FBN), que pode ser liberado para o solo através da decomposição dos resíduos orgânicos (MUNROE; ISAAC, 2014).

O aporte de matéria orgânica nos SAFs vem dos resíduos culturais das espécies associadas, da queda natural de folhas e galhos ou das podas em espécies conhecidas como árvores de sombra. Nesse sentido, cafeicultores da Costa Rica fazem, tradicionalmente, o manejo das espécies de sombra com podas antes do florescimento e da colheita dos frutos (NYGREN *et al.*, 2012). Essas podas fornecem grandes quantidades de material orgânico e promovem melhorias no solo. Assim, os nutrientes liberados podem ser transferidos para as culturas comerciais (MUNROE; ISAAC, 2014).

¹ O presente capítulo se baseia no artigo intitulado “Decomposition and nutrients released from forest and perennial crops associated with organic coffee” (Araujo *et al.*, 2021)

² D.Sc. Fitotecnia-Agroecologia, Pesquisador do Incaper, joaoaraujovni@gmail.com

³ M.Sc. Agroecologia, Bolsista Fapes

⁴ D.Sc. Agronomia - Ciência do Solo, Professor do Ifes, *campus* de Alegria

⁵ D.Sc. Ciências Farmacêuticas, Bioanalista da UVV

⁶ D.Sc. Ciências Farmacêuticas, Professora da UVV

⁷ D.Sc. Fitotecnia - Agroecologia, Pesquisador do Incaper

Por essa razão, vários autores trabalharam para determinar a composição dos resíduos e suas taxas de decomposição e liberação de nutrientes (DUARTE *et al.*, 2013; MUNROE; ISAAC, 2014; PETIT-ALDANA *et al.*, 2019). Para que os nutrientes liberados dos resíduos orgânicos atendam às necessidades nutricionais do cafeeiro, é necessário que haja sincronia entre a oferta e a demanda. Nesse caso, o período de maior demanda nutricional do cafeeiro ocorre durante a frutificação (DAMATTA *et al.*, 2007), com a adubação ocorrendo de outubro a março (PARTELLI *et al.* 2014). Como algumas espécies apresentam rápida decomposição, como a *Gliricidia sepium* (KABA *et al.*, 2019; PAULA *et al.*, 2015; PÉREZ-MARIN; ARRUDA SARMENTO; VENDRUSCOLO, 2018), e espécies do gênero *Inga* tendem a ser mais recalcitrantes e de decomposição lenta (LEBLANC; NYGREN; MCGRAW, 2006; SILVA *et al.*, 2008; DUARTE *et al.*, 2013), é previsível que a maior ou menor sincronia com o cafeeiro será diferente de acordo com a espécie associada.

As taxas de decomposição dos materiais orgânicos dependem da composição dos resíduos, da biota do solo e de fatores ambientais (PETIT-ALDANA *et al.*, 2019). Em relação à composição química, maiores teores de lignina e polifenóis e maiores relações C/N, lignina/N e polifenol/N, induzem a menores taxas de decomposição (AITA; GIACOMINI, 2003; DUARTE *et al.*, 2013; PETIT-ALDANA *et al.*, 2019; MUCHECHETI; MADAKADZE, 2016) e provocam diminuição do fluxo de CO₂ devido à menor taxa de decomposição dos materiais orgânicos (DUARTE *et al.*, 2013).

Como diferentes materiais orgânicos apresentam diferentes taxas de decomposição, a sincronia entre a mineralização de nutrientes com as necessidades nutricionais do cafeeiro também será diferente. Sendo assim, o presente capítulo tem por objetivo comparar a taxa de decomposição e liberação dos nutrientes de materiais orgânicos provenientes de ingá, gliricídia, bananeira e pupunha, e apresentar sua sincronia com as necessidades nutricionais do cafeeiro.

2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

A descrição geral da unidade de SAF do presente capítulo, localizada em Cachoeiro de Itapemirim-ES, na Fazenda Experimental de Bananal do Norte, pertencente ao Incaper, encontra-se na introdução deste livro. Outros detalhes podem ser consultados em Araujo *et al.* (2021).

A unidade de SAF foi implantada em janeiro de 2013, em uma área de 6,170 m² não irrigada e dividida em cinco talhões, sendo um com o café conilon solteiro (CSOL) e quatro diferentes consórcios com essa mesma espécie de café: ingá de metro (*Inga edulis* ‘Mart’) (CING); gliricídia (*Gliricidia sepium* ‘Jacq. Steud’) (CGLI); bananeira (cultivar Japira, híbrido do grupo AAAB, das espécies *Musa acuminata* e *Musa balbisiana*) (CBAN) e pupunha (*Bactris gasipaes* ‘Kunth’) (CPUP) (Figuras 1 e 2). A variedade de cafeeiro conilon (*Coffea canephora*) plantada foi a ‘Emcaper 8151 - Robusta Tropical’ (FERRÃO *et al.*, 2017).



Figura 1 - Vista geral com 1 ano e 8 meses de idade. Talhão com pupunha (primeiro plano) e com gliricídia e bananeira ao fundo (A). Talhão com cafeeiro a pleno sol (primeiro plano) e consorciado com ingá e bananeira ao fundo (B).

Condução das plantas. A pupunha foi manejada sem desbaste de perfilhos, com corte de palmito após o aparecimento do primeiro nó na base da planta (Figura 3). A bananeira foi conduzida com três pseudocaules por touceira. O ingá e a gliricídia foram podados em março e agosto, de cada ano, a partir de março/2014, visando gerar menos de 35% de sombreamento (FARFÂN; BAUTE, 2010), sendo que a gliricídia recebeu poda drástica (100%) em agosto de cada ano (Figura 2C). Nos anos avaliados (2016 a 2018), fez-se uma terceira poda, em janeiro de cada ano, e toda a matéria orgânica, oriunda das podas e dos resíduos culturais, foi deixada sobre o solo, nas entrelinhas dos cafeeiros.



Figura 2 – Detalhes da unidade agroflorestal com 1 ano e 8 meses de idade. Café solteiro (A); café com ingá (B); café com gliricídia podada (100%) em primeiro plano e com bananeira ao fundo (C); café com pupunha (D).



Figura 3 – Área com pupunha no ponto de colheita (A) e após a colheita de palmito (B).

Análises de solos e adubação. A adubação da área, parcelada entre novembro e fevereiro (Tabela 1), foi baseada na análise de solos e realizada com composto orgânico. O cálculo da quantidade de composto a ser aplicada foi realizado de acordo com o teor de N do composto orgânico, visando fornecer 50% da dose de N recomendada, para que fosse conhecido o potencial de contribuição dos materiais orgânicos das culturas associadas ao cafeeiro, em especial de ingá e gliricídia.

Tabela 1 – Atributos químicos do solo em cultivo com café conilon solteiro (CSOL) e em consórcio com ingá (CING), bananeira (CBAN), gliricídia (CGLI) e pupunha (CPUP), em 2016, no início do período de avaliação (2016 a 2018).

Consórcio	pH	P	K	Ca	Mg	H+ Al	SB*	T	V	MO
		(g kg ⁻¹)		----- (cmol _c dm ⁻³) -----					(%)	(g kg ⁻¹)
C-SOL	7,06	100,5	329,4	4,00	0,973	1,30	5,83	7,15	81,5	14,0
C-ING	6,93	99,8	259,7	3,63	0,700	1,11	5,00	6,11	81,5	13,4
C-BAN	6,77	105,8	191,8	3,97	1,100	1,33	5,56	6,88	80,6	11,9
C-GLI	6,95	101,6	311,7	4,66	1,230	1,18	6,72	7,90	85,0	19,9
C-PUP	6,89	78,9	347,5	4,13	0,818	1,32	5,84	7,16	81,4	18,5

Fonte: Araujo *et al.* (2021).

Nota: * O valor da CTC efetiva foi igual ao da Soma de Bases (SB). pH em H₂O; P e K: extrator Melich 1; H+AL: extrator SMP; SB: Soma de Bases Tocáveis; T: Capacidade de Troca de Cátions Efetiva; V: Capacidade de Troca de Cátions a pH 7,0; V: Índice de Saturação de Bases; MO: Matéria Orgânica (Oxidação – Na₂Cr₂O₇ + H₂SO₄ 10N).

3 CARACTERIZAÇÃO DO TRABALHO DE DECOMPOSIÇÃO

Composição do material orgânico. A estimativa de produtividade de material orgânico das podas (Figura 4) e resíduos culturais foi medida em seis plantas por talhão, seguida da coleta

de amostras e análises químicas (Tabelas 2 e 4). A partir da produtividade de biomassa e das análises químicas, calculou-se a quantidade de materiais orgânicos e nutrientes depositados sobre o solo no ano agrícola de 2016/2017 (Tabela 3). A quantidade de matéria seca fornecida pelo composto orgânico foi de $12,26 \text{ t ha}^{-1}$ e dos resíduos de ingá, gliricídia, bananeira e pupunha foram de 8,51; 12,04; 1,46 e $0,96 \text{ t ha}^{-1}$, respectivamente. Os restos culturais e os resíduos de poda de gliricídia e ingá permaneceram integralmente sobre o solo.



Figura 4 – Pesagem de material da poda de ingá (A) e árvore de ingá após a poda (B).

Estudo da decomposição. Foi avaliada a taxa de decomposição da biomassa de ingá, bananeira, gliricídia e pupunha, e a liberação dos nutrientes ao longo do tempo, colocando-se amostras, em triplicata, de 200g de cada espécie sobre o solo - *covered litter* - (RIBAS *et al.*, 2014). Foram feitos três ensaios de decomposição. O primeiro, iniciado em 27/03/2015, teve coleta de amostras aos 0, 7, 15, 25, 40, 60, 90, 120 e 150 dias. Nessa avaliação, o tempo de meia-vida ($t_{1/2}$), necessário para a decomposição de 50% da biomassa ou mineralização de 50% dos nutrientes, não foi atingido com os materiais de ingá e bananeira, indicando a necessidade de aumentar o tempo. Por isso, na segunda e terceira avaliações, iniciadas em 03/08/2016 e 29/03/2017, o período para ingá e bananeira foi ampliado com coletas aos 0, 7, 30, 60, 90, 120, 150, 190, 230 e 270 dias. Os teores de nutrientes no tempo zero constam na Tabela 2 e os aportes totais na Tabela 3.

Tabela 2 – Teores de nutrientes de espécies consorciadas com cafeeiro conilon de coletas, em 03/08/2016 (A) e 29/03/2017 (B), Cachoeiro de Itapemirim-ES

Coleta	Espécie	C/N	N	P	K	Ca	Mg
			(g kg ⁻¹)				
A	Ingá	26,5	22,68	1,20	5,63	10,79	1,06
	Gliricídia	25,7	22,03	1,12	7,09	10,57	2,73
	Bananeira	48,2	11,62	0,91	12,29	12,29	2,75
	Pupunha	33,1	13,79	2,21	12,71	6,43	1,77
B	Ingá	40,6	14,2	0,9	8,3	6,0	0,4
	Gliricídia	39,9	13,8	0,9	11,5	6,6	2,3
	Bananeira	88,6	6,1	0,7	22,3	6,6	2,3
	Pupunha	26,9	20,5	2,1	14,6	2,7	1,9

Fonte: Araujo *et al.* (2021).

Nota: Matéria verde (MV), matéria seca (MS). N: digestão sulfúrica com determinação titulométrica; P, K, Ca e Mg: digestão nitro-perclórica. C: combustão em mufla a 550 °C.

Tabela 3 – Biomassa e nutrientes adicionados ao solo via composto orgânico (COMP), resíduos de ingá (ING), bananeira (BAN), gliricídia (GLI) e pupunha (PUP), Cachoeiro de Itapemirim-ES

Material	MV	MS	N	P	K	Ca	Mg
	(t ha ⁻¹)	(t ha ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)				
Composto	20,90	12,26	147,12	29,40	98,00	77,20	58,80
ING (a)	13,50	5,34	121,11	6,41	30,06	57,62	5,66
ING (b)	6,16	3,17	45,01	2,85	26,31	19,02	1,27
GLI (a)	15,70	7,34	161,70	8,22	52,04	77,58	20,04
GLI (b)	13,77	4,70	64,86	4,23	54,05	31,02	10,81
BAN	9,72	1,46	12,92	1,17	25,22	13,77	3,68
PUP	3,26	0,96	13,20	2,11	12,16	6,15	1,69
Soma							
COMP + ING	40,57	20,77	313,24	38,66	154,37	153,84	65,73
COMP + GLI	50,38	24,30	373,68	41,85	204,09	185,8	89,65
COMP + BAN	30,63	13,72	160,04	30,57	123,22	90,97	62,48
COMP + PUP	24,17	13,22	160,32	31,51	110,16	83,35	60,49

Fonte: Araujo *et al.* (2021).

Nota: Composto aplicado (ano agrícola 2016/17). Resíduos de bananeira e pupunha medidos em 2017, e de ingá e gliricídia nas podas de 03/08/2016 (a) e 29/08/2017 (b).

Foram calculadas as taxas de decomposição da matéria orgânica e a mineralização dos nutrientes com o objetivo de obter os percentuais remanescentes no tempo. O percentual de nutrientes remanescentes no material orgânico em cada coleta foi calculado a partir da biomassa seca inicial amostrada no tempo zero. Em seguida, calculou-se também o

t_{1/2} necessário para decomposição de 50% da matéria seca ou mineralização de 50% de cada nutriente.

4 COMPOSIÇÃO DO MATERIAL ORGÂNICO

A decomposição dos resíduos orgânicos ocorre em função da sua composição em interação com o clima, solo e organismos decompositores. Na composição dos resíduos, aqueles com maiores relações C/N, lignina/N e (lignina + polifenóis)/N, e maiores teores de lignina e polifenóis tendem a ser mais recalcitrantes e com menores taxas de decomposição (DUARTE *et al.*, 2013; MUNROE; ISAAC, 2014; PETIT-ALDANA *et al.*, 2019). Por apresentar maiores relações C/N (48,2 a 91,0), o pseudocaule mais folhas de bananeira indicam uma tendência de maior recalcitrância do que os demais materiais (Figura 5).

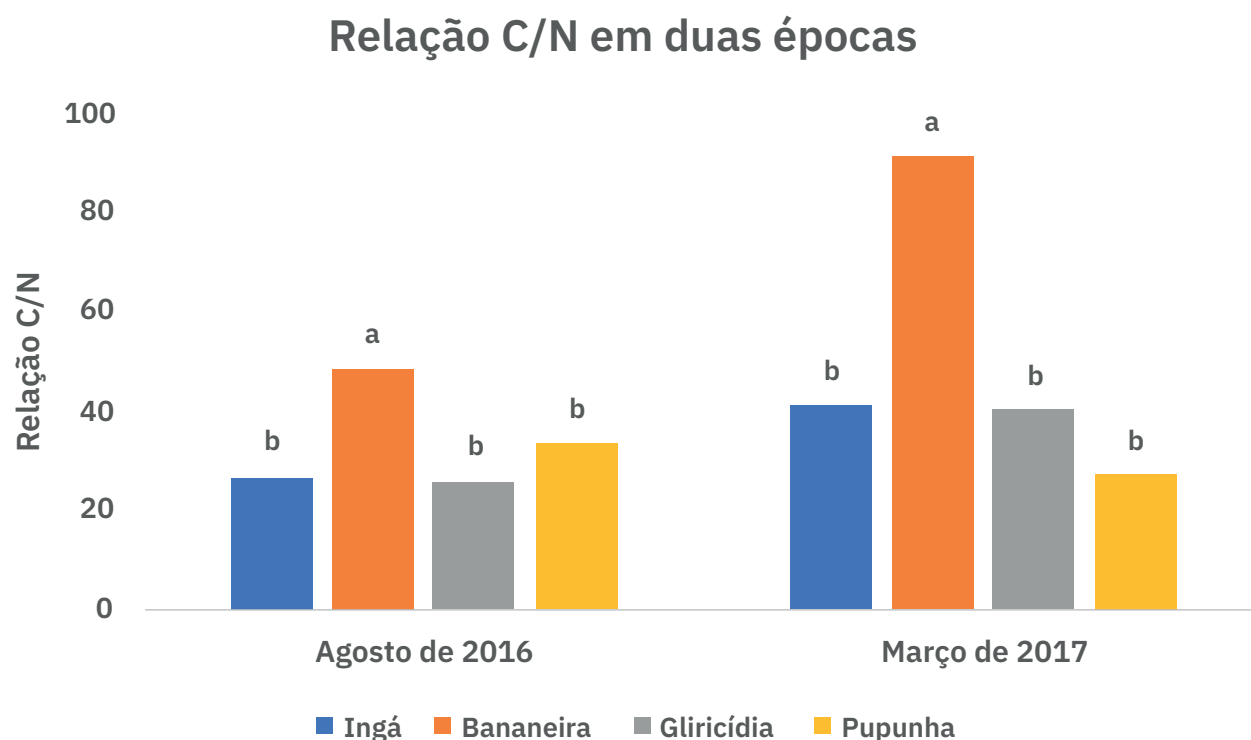


Figura 5 – Relação C/N de ingá e gliricídia (galhos e folhas), bananeira (pseudocaulos e folhas) e pupunha (folhas) de coletas realizadas em 03/08/2016 e 29/03/2017.

Fonte: Adaptado de Araujo *et al.* (2021).

Os resíduos de ingá, apesar de terem menor relação C/N que a bananeira, também apresentaram tendência a uma decomposição mais lenta. Isso ocorreu por apresentarem maiores teores de celulose (22,36%), lignina (21,55%) e polifenóis (3,82%) (Figura 6), e maior relação lignina/N (1,03) e (lignina + polifenóis)/N (1,21), na coleta de 03/08/2016 (Figura 7). Na coleta de 29/03/2017, o ingá apresentou menores teores de hemicelulose (6,31%) e maiores de polifenóis (2,13%) em relação às demais fontes (bananeira, gliricídia e pupunha), com 8,78% a 20,00% de hemicelulose e 0,43% a 1,08% de polifenóis (Figura 6).

5 DECOMPOSIÇÃO DE INGÁ E GLIRICÍDIA

Tempo de meia-vida. A tendência de menor taxa de decomposição da bananeira e do ingá observada na composição química dos resíduos (Figuras 5 a 7) se confirma nos resultados obtidos no experimento de decomposição (Figuras 8 e 9). Na avaliação iniciada em 03/08/2016, no final do inverno, os maiores tempos de meia-vida ocorreram com o ingá em relação à gliricídia. A liberação de 50% dos nutrientes dos resíduos de gliricídia ocorreu de 60,5 a 90 dias, entre o potássio (K) e o cálcio (Ca), e dos resíduos de ingá, de 137,8 a 263,2 dias, entre o fósforo (P) e o magnésio (Mg). Na avaliação iniciada em 29/03/2017, ingá e gliricídia apresentaram o mesmo comportamento, porém com aumento do $t_{1/2}$, por ter ocorrido no período mais seco, iniciado no outono.

Muitos trabalhos de decomposição são realizados apenas com as folhas, poucos deles são com os galhos inteiros das podas das árvores. Folhas de gliricídia apresentam altas taxas de decomposição e pequenos tempos de decomposição ocorrendo $t_{1/2}$ aos 21 dias (SILVA *et al.*, 2008), com diferenças de 21 dias na estação seca e 13 dias na estação chuvosa (PAULA *et al.*, 2015). Folhas de *I. edulis* aparentam menores taxas de decomposição, atingindo 67% de matéria seca remanescente aos 140 dias (LEBLANC; NYGREN; MCGRAW, 2006).

Porém, como os resíduos depositados sobre o solo são de folhas e galhos, a análise somente das folhas contera uma avaliação parcial dos resíduos. A avaliação de galhos inteiros e não somente de folhas se justifica, tendo em vista que a razão galho/folha de gliricídia é de 7/1, com 30% de N nas folhas (KABA *et al.*, 2019) e, portanto, avaliar somente folhas subestima 70% de N contido em 87,5% da biomassa total aportada.

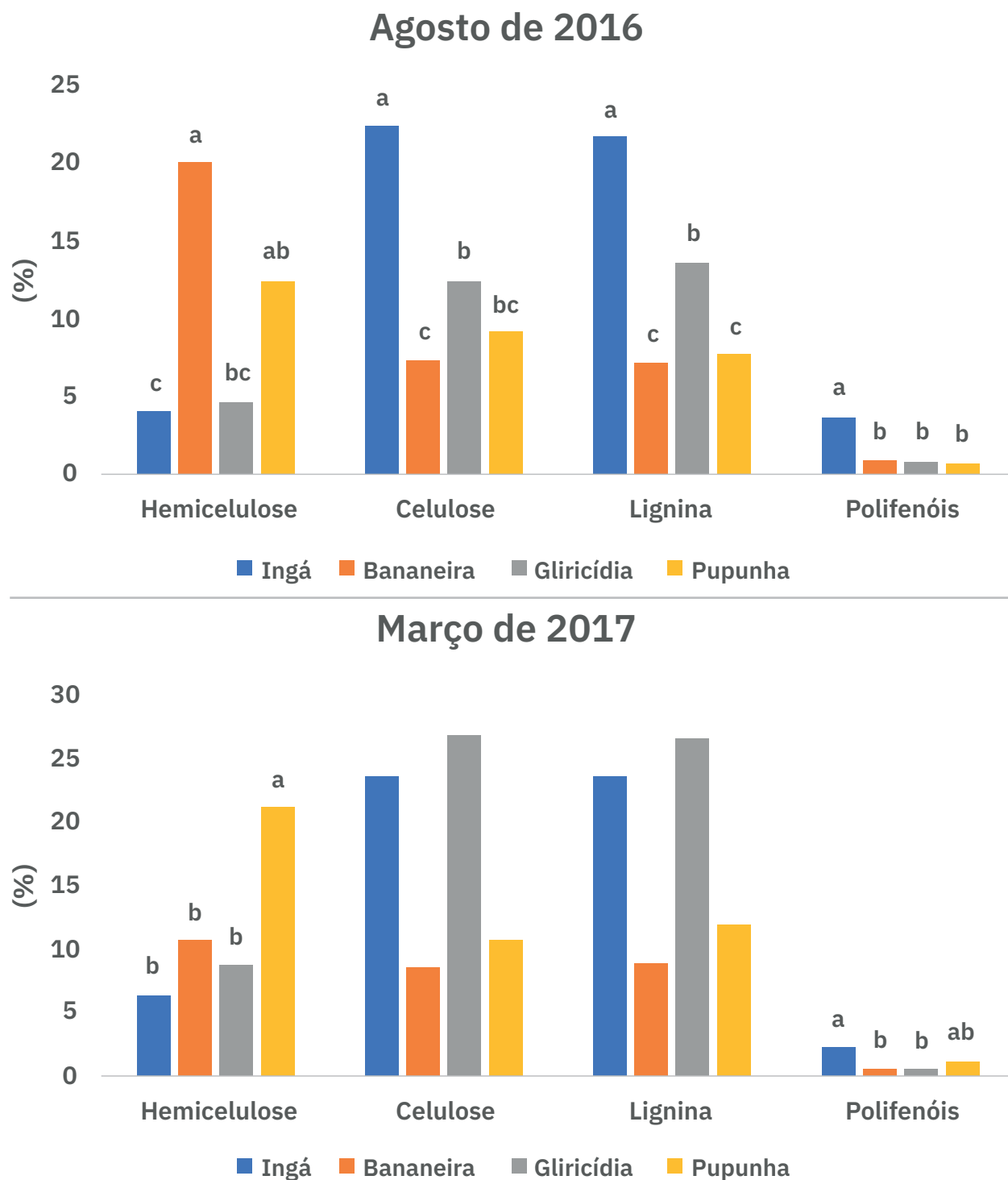


Figura 6 – Composição química de ingá e gliricídia (galhos e folhas), de bananeira (pseudocaules e folhas) e pupunha (folhas) de coletas realizadas em 03/08/2016 e 29/03/2017.

Fonte: Adaptado de Araujo *et al.* (2021).

Nota: Médias com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

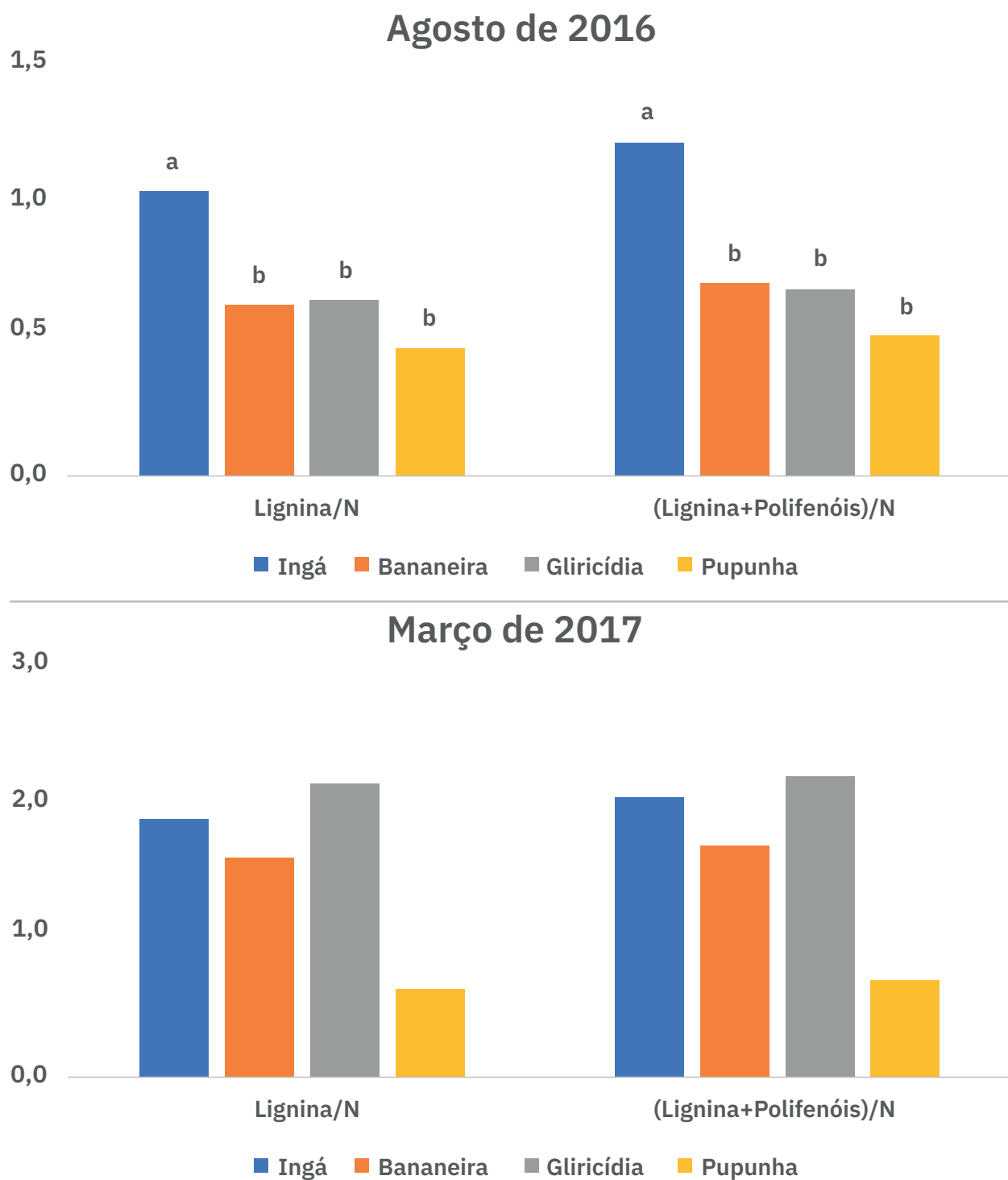


Figura 7 – Relação lignina/N e (lignina + polifenóis)/N de ingá e gliricídia (galhos e folhas), de bananeira (pseudocaules e folhas) e pupunha (folhas) de coletas realizadas em 03/08/2016 e 29/03/2017.

Fonte: Adaptado de Araujo *et al.* (2021).

Nota: Médias com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

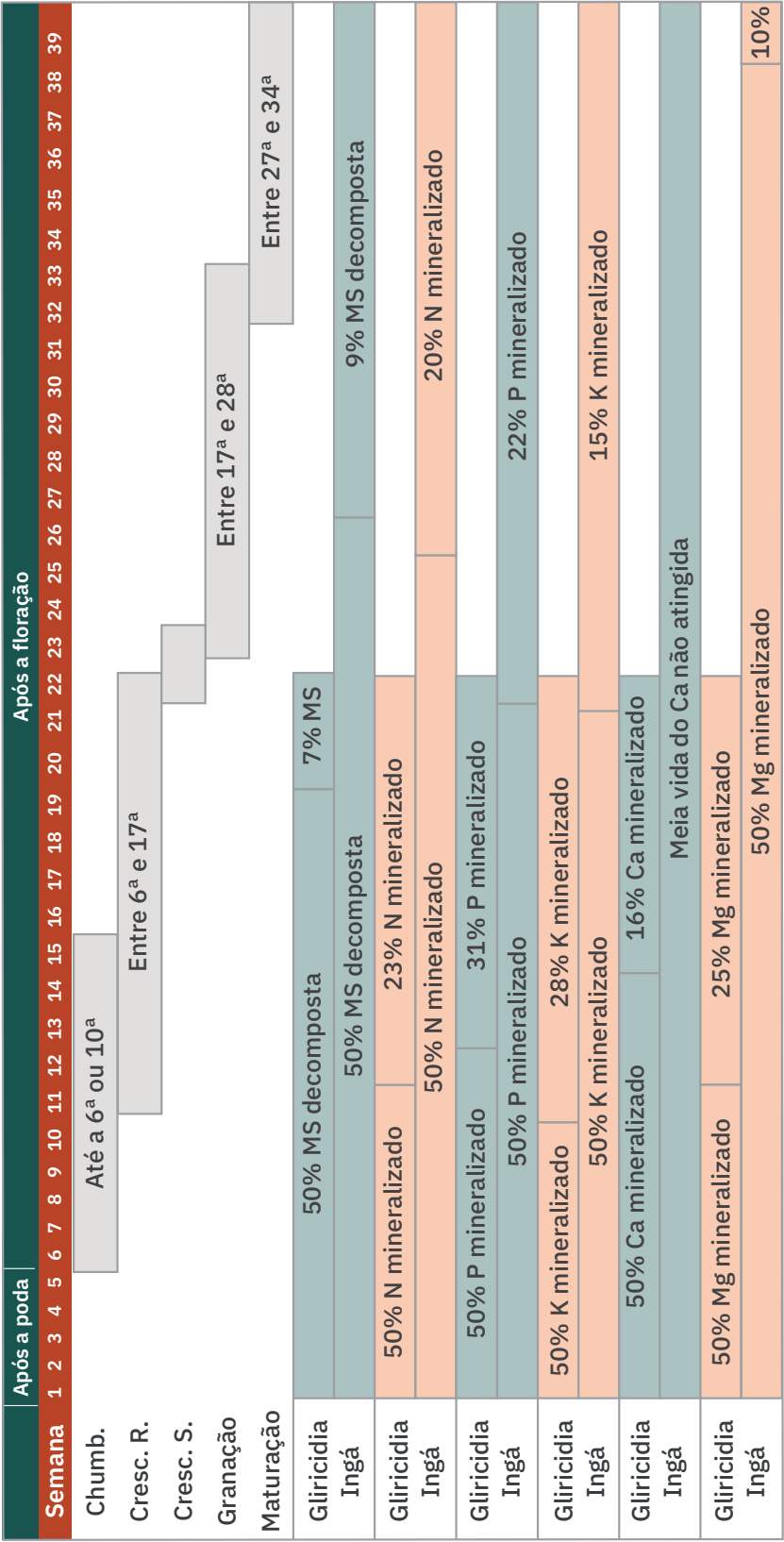


Figura 8 – Linha do tempo iniciada após a poda das árvores em 03/08/2016, com os estádios de frutificação do cafeeiro de chumbinho, crescimento rápido, crescimento suspenso, granação e maturação (DaMatta *et al.*, 2007), após o florescimento estimado na metade de setembro, seguidos dos percentuais de decomposição do material orgânico (MO) e mineralização dos nutrientes (N, P, K, Ca e Mg) no período de 22 semanas da gliricídia e 39 semanas do Ingá.

Fonte: Adaptado de Araujo *et al.* (2021).

	Após a poda										Após a floração																														
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
Colheita	08/05 a 26/06/2017										Até a 6ª ou 10ª										Até a 6ª ou 10ª																				
Chumb.																																									
Cresc. R.																																									
Gliricidia	41% MS decomposta										8% MS decomposta																														
Ingá	17% MS decomposta										8% N																														
Gliricidia	50% N mineralizado										18% N mineralizado										12% N mineralizado																				
Ingá	18% N mineralizado										1,5% P																														
Gliricidia	50% P mineralizado										16% P mineralizado										12% P mineralizado																				
Ingá	16% P mineralizado										37% K mineralizado										15% K mineralizado																				
Gliricidia	50% K miner.										26% K mineralizado										12% P mineralizado																				
Ingá	26% K mineralizado										26% Ca mineralizado										15% K mineralizado																				
Gliricidia	26% Ca mineralizado										Imobilização ou falta de ajuste da equação de regressão do Ca																														
Ingá	Imobilização ou falta de ajuste da equação de regressão do Ca										1% Mg																														
Gliricidia	50% Mg mineralizado										1% Mg																														
Ingá	50% Mg mineralizado										Imobilização ou falta de ajuste da equação de regressão do Mg																														

Figura 9 – Linha do tempo iniciada após a poda das árvores em 29/03/2017, seguida do período de colheita; dos estádios de frutificação do cafeeiro, chumbinho e crescimento rápido (DaMatta *et al.*, 2007), com o florescimento estimado na metade de setembro; e dos percentuais de decomposição do material orgânico (MO) e mineralização dos nutrientes (N, P, K, Ca e Mg) dentro do período de estudo de 22 semanas da gliricídia e 39 semanas do ingá.
Fonte: Adaptado de Araujo *et al.* (2021).

Nutrientes liberados das podas de ingá e gliricídia. A decomposição dos materiais orgânicos da poda de 03/08/2016, ao final do inverno, transcorreu durante o período chuvoso da primavera-verão (Figura 10). Por ser um período de maior temperatura e umidade, a decomposição iniciada em 03/08/2016 foi mais rápida que no outono-inverno, iniciada em 29/03/2017.

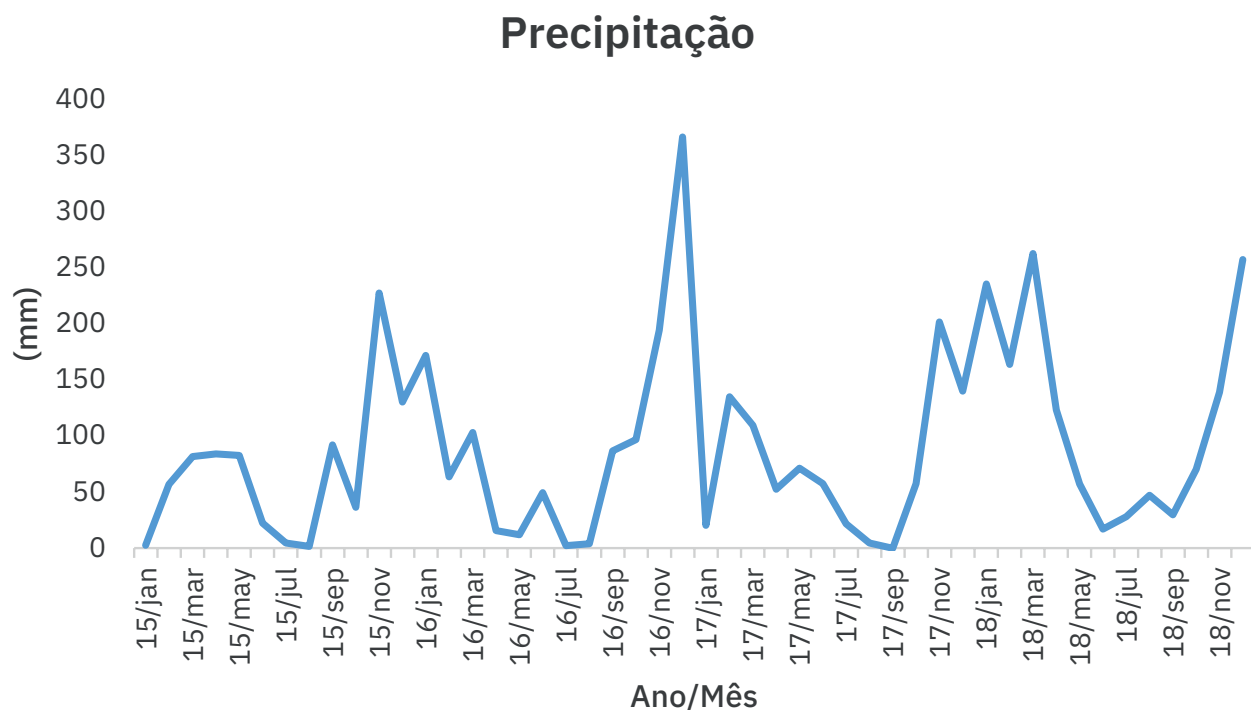


Figura 10 – Precipitação mensal de março de 2015 a dezembro de 2018, na Fazenda Experimental de Bananal do Norte, Incaper (FEBN), Município de Cachoeiro de Itapemirim-ES.

Fonte: Araujo et al. (2021).

Podas de 03/08/2016. A decomposição do material orgânico da poda de gliricídia foi de 57,1% e maior que os 38,8% do ingá aos 150 dias (Figura 8). As podas de ingá atingiram 59,1% de material decomposto apenas aos 270 dias. Tais resultados estão em conformidade com a composição química mais recalcitrante do ingá, que apresenta maiores proporções de polifenóis e lignina (Figuras 6 e 7). A liberação de nutrientes das podas de ingá e gliricídia seguiu comportamento semelhante ao da matéria seca decomposta. Os nutrientes liberados aos 150 dias, pela gliricídia, ficaram entre 65,7% (Ca) e 83,2% (N) e, pelo ingá, entre 24,5% (Ca) e 50,5% (N). Mesmo após 270 dias, a liberação de nutrientes das podas de ingá ficou entre 42,0% (Ca) e 72,1% (P), ainda abaixo da liberação pela gliricídia aos 150 dias.

Podas de 29/03/2017. A decomposição da poda da gliricídia foi de 41,7% aos 150 dias, enquanto que para o ingá não houve ajuste da equação de regressão (Figura 9). Esse

comportamento indica forte recalcitrância do resíduo de ingá no período mais seco de outono-inverno, que se refletiu na pequena liberação de nutrientes. Os nutrientes liberados aos 150 dias pela gliricídia ficaram entre 49,1% (Mg) e 87,3% (K), sem ajuste para Ca. O Ca e o Mg das podas de ingá apresentaram imobilização, mas os demais nutrientes ficaram com percentuais liberados de 18,1% (N), 15,6% (P) e 25,7% (K) aos 150 dias, atingindo 30,3% (N), 27,4% (P) e 40,4% (K) aos 270 dias.

6 LIBERAÇÃO DE NUTRIENTES E SINCRONIA

Estádios de frutificação do cafeeiro. O florescimento do cafeeiro conilon transcorre de julho a novembro (DAMATTA *et al.*, 2007), com mais de 90% de flores abertas no início de setembro, em condição não irrigada (MARSETTI *et al.*, 2013). Os estádios de desenvolvimento do fruto do cafeeiro após o florescimento são, de acordo com DaMatta *et al.* (2007): chumbinho, crescimento rápido, crescimento suspenso, enchimento do grão (granação) e maturação (Figura 6). A maior exigência para formação dos frutos ocorre nos estádios de crescimento rápido e granação (DAMATTA *et al.*, 2007). A soma do acúmulo de nutrientes em frutos de café arábica em quatro altitudes entre 720 m e 950 m, nos estádios de crescimento rápido e granação alcança entre 81% e 88% de N, 69% e 85% de P, 58% e 90% de K (LAVIOLA *et al.*, 2008), indicando a necessidade de adubação do cafeeiro, principalmente para esses estádios de frutificação.

Em cafeeiro conilon, a acumulação nos frutos atinge 100%, 96%, 52% e 38% do total de N em frutos de variedades precoce, intermediária, tardia e muito tardia, respectivamente, em 12 de março, com tendência semelhante para os demais macronutrientes (PARTELLI *et al.*, 2014). Nesse caso, para variedades intermediárias, a adubação deve ocorrer antes de 12 de março para formação dos frutos, sendo um parâmetro para avaliar a eficiência dos nutrientes liberados pelos resíduos orgânicos. Baseado nos estádios de frutificação do cafeeiro acima descritos, em princípio, podemos afirmar que a poda em agosto libera nutrientes através da decomposição para os estádios de florescimento e frutificação do cafeeiro (Figura 6). Já para a decomposição da poda de março, que inicia durante a maturação do café, transcorre em período de baixa exigência do cafeeiro entre os estádios de maturação e floração (Figura 7).

Liberação de nutrientes das podas de ingá e gliricídia e estádios de maturação do café. Na decomposição iniciada em 03/08/2016, o $t_{1/2}$ de nutrientes da gliricídia ficou entre 60,5 dias do K e 74,3 dias do P (1 a 15 de outubro), coincidindo com os estádios de floração e chumbinho, de menor demanda de nutrientes para a frutificação (Figura 6). Na decomposição iniciada em 29/03/2017, durante a maturação, a poda de gliricídia apresentou $t_{1/2}$ entre 46,8 dias do K a 128,5 dias do N (14 de maio a 4 de agosto), coincidindo, também, com estádios de baixa acumulação de nutrientes nos frutos (PARTELLI *et al.*, 2014), seguida do período de dormência após a colheita (MARSETTI *et al.*, 2013) (Figura 3). Portanto, nesse período, ocorre grande disponibilização de nutrientes oriundos da biomassa de gliricídia, com baixo potencial para contribuir na nutrição do cafeeiro.

Na decomposição da poda de ingá, iniciada em 03/08/2016, houve liberação rápida do K com $t_{1/2}$ aos 63,6 dias (4 de outubro), coincidindo com o estágio de chumbinho, seguida de liberação gradual dos demais nutrientes entre 137,8 dias do P (17 de dezembro) e 263,2 dias do Mg (22 de abril), indo do início do crescimento rápido dos frutos ao final da maturação (Figura 6). Mesmo com percentuais menores de liberação de nutrientes aos 270 dias em comparação a gliricídia aos 150 dias, é presumível que essa liberação gradual contribua de forma mais efetiva para o cafeeiro.

Na decomposição iniciada em 29/03/2017, o $t_{1/2}$ dos macronutrientes da poda de ingá não foi atingido, indicando imobilização e acúmulo de matéria orgânica sobre o solo. O nitrogênio mineralizado foi de 18% até o florescimento e mais 30% até 270 dias, ocorrido em 23/12/2017 (Figura 7). O aumento da mineralização, após o florescimento, deve-se ao início da primavera-verão, período com mais chuvas (Figura 5) e aumento da temperatura. Isso permite afirmar que as podas de ingá, em março, pouco mineralizam no outono-inverno e tiveram a decomposição e liberação de nutrientes intensificada na primavera-verão, podendo contribuir para a nutrição do cafeeiro no ano agrícola subsequente.

7 DECOMPOSIÇÃO DE BANANEIRA E PUPUNHA

Tempo de meia-vida. No ensaio iniciado em 03/08/2016, o $t_{1/2}$ dos nutrientes variaram de 62,3 dias (K) a 135,2 dias (Ca) nos resíduos de bananeira e de 47,5 dias (K) a 107,9 (Ca) nos resíduos de pupunha (Tabela 4). O maior $t_{1/2}$ dos nutrientes dos resíduos de bananeira apresentam correspondência com a composição química (Figura 5) com maior relação C/N (48,2), em comparação com os resíduos de pupunha (33,1).

Tabela 4 – Tempo de meia-vida ($t_{1/2}$) de resíduos orgânicos de bananeira e pupunha, em períodos de decomposição iniciados em 03/08/2016 e 29/03/2017

(continua)

Variável	Espécie	Início em 03/08/2016		Início em 29/03/2017	
		$t_{(1/2)}$		$t_{(1/2)}$	
		(dias)	(dia/mês)	(dias)	(dia/mês)
MS	Bananeira	108,6	19/nov.	SA	----
	Pupunha	87,9	29/out.	108	14/jul
N	Bananeira	116,3	26/nov.	SA	----
	Pupunha	75,3	16/out.	74,6	11/jun
P	Bananeira	109,4	19/nov.	SA	----
	Pupunha	58,7	30/set.	110,1	16/jul
K	Bananeira	62,3	03/out.	92,3	
	Pupunha	47,5	19/set.	55,1	22/mai
Ca	Bananeira	135,2	15/dez.	NA	----
	Pupunha	107,9	18/nov.	136,3	11/ago

(conclusão)

Variável	Espécie	Início em 03/08/2016		Início em 29/03/2017	
		$t_{(1/2)}$		$t_{(1/2)}$	
		(dias)	(dia/mês)	(dias)	(dia/mês)
Mg	Bananeira	96,0	06/nov.	SA	-----
	Pupunha	75,3	16/out.	120,3	26/jul

Fonte: Araujo *et al.* (2021).**Nota:** NA – não atingido. SA – sem ajuste da equação de regressão.

No ensaio iniciado em 29/03/2017, o $t_{1/2}$ dos nutrientes foi atingido entre 55,1 dias (K) e 136,3 dias (Ca) nos resíduos de pupunha, ocorrendo forte recalcitrância com os resíduos de bananeira, nos quais o $t_{1/2}$ foi atingido somente com o K aos 92,3 dias (Tabela 4). Nesse período, também ocorreu uma correspondência com a composição química, com os resíduos de bananeira apresentando alta relação C/N (91,0) em relação ao de pupunha (26,9) (Figura 5), que apresentou, ainda, maior teor de hemicelulose (21,1%) que confere caráter mais lábil (Figura 6).

Liberação de nutrientes das podas de bananeira e pupunha e estádios de maturação do café. Apesar dos resultados de decomposição dos resíduos culturais de bananeira e pupunha (Tabela 5), não é possível sincronizá-los com as taxas de absorção do cafeeiro, isso porque são produzidos a cada colheita de banana e palmito e ao longo do ano. Além disso, parte da biomassa produzida é exportada na forma de banana (cachos) e palmito, o que leva a um balanço de nutrientes diferente das árvores utilizadas como adubação verde. Porém, a presença dessas culturas no consórcio aumenta o Índice de Benefício Custo em relação ao café solteiro (SIQUEIRA *et al.*, 2020), com melhor resultado econômico.

Tabela 5 – Percentuais e quantidades correspondentes de decomposição da matéria seca e liberação de nutrientes (N, P, K, Ca e Mg) de resíduos de poda de pupunha aos 150 dias e de bananeira aos 150 e 270 dias, em períodos de decomposição iniciados em 03/08/2016 (agosto) e 29/03/2017 (março)

(continua)

Variável	Espécie	Agosto		Março	
		150	270	150	270
		(%)	(%)	(%)	(%)
MS	Bananeira	60,6	81,7	NA	NA
	Pupunha	68,9		64,8	
N	Bananeira	57,2	79,1	NA	NA
	Pupunha	76,2		78,5	
P	Bananeira	62,0	82,2	NA	NA
	Pupunha	80,2		60,9	
K	Bananeira	81,7	95,2	72,6	88,9
	Pupunha	81,0		84,4	

(conclusão)

Variável	Espécie	Agosto		Março	
		150	270	150	270
		(%)	(%)	(%)	(%)
Ca	Bananeira	50,8	73,4	NA	NA
	Pupunha	59,7		44,4	
Mg	Bananeira	56,9	81,9	SA	NA
	Pupunha	76,4		49,1	

Fonte: Araujo *et al.* (2021).

Nota: NA – não ajuste das equações de regressão.

8 NUTRIENTES LIBERADOS E NECESSIDADES NUTRICIONAIS

As recomendações de adubação nitrogenada para CSOL, CING, CBAN, CGLI e CPUP foram, respectivamente, de 279 kg, 279 kg, 281 kg, 274 kg e 274 kg ha⁻¹ de N utilizando o software de cálculo elaborado por Prezotti *et al.* (2020). A recomendação de K foi apenas para CING e CBAN, de 10 kg e 66 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente. Não foi necessária a aplicação de calagem e P em todos os tratamentos. O composto forneceu 98 kg ha⁻¹ de K, quantidade suficiente para atender as recomendações. O aporte de N-composto foi de 147,12 kg ha⁻¹ ano⁻¹, entre 52,4% a 52,7% da recomendação. A soma do N do composto mais o N liberado das podas de agosto de 2016 e março de 2017 (Tabela 3; Figuras 8 e 9) foi de 319,27 kg ha⁻¹ no CGLI (13,6% acima da recomendação) e 245,54 kg ha⁻¹ no CING, 12% abaixo do recomendado.

Parte do N, adicionado pelas podas, vem da fixação biológica (N-FBN) e parte do N vem do solo. Para o ingá, existem observações de 57% (LEBLANC; NYGREN; MCGRAW, 2006) e 74% a 81% (KURPPA; LEBLANC; NYGREN, 2010) de N-FBN e para gliricídia de 55% (APOLINÁRIO *et al.*, 2016) e 85% (KURPPA; LEBLANC; NYGREN, 2010). Já Nygren *et al.* (2012) relatam entre 50% e 92% de N-FBN em cinco experimentos de campo com diferentes intervalos de poda. Considerando que 60% do N seja fixado biologicamente pelas leguminosas, e somando esse N ao N-composto, o déficit no aporte de N seria de 10,9% no CGLI e 26,1% no CING, indicando ingressos abaixo da necessidade, o que pode limitar a produtividade do cafeeiro. Além desse déficit em relação ao total de N, deve-se considerar que as podas de março produzem material orgânico para o sistema em um período de baixa exigência do cafeeiro, podendo aumentar o déficit efetivo, principalmente com poda de gliricídia, que é de decomposição rápida.

Devido à rápida decomposição do material orgânico da gliricídia, os nutrientes foram liberados em estádios de baixa demanda pelo cafeeiro, tanto na poda de agosto, para o florescimento e chumbinho, quanto na poda de março, para o final da maturação e colheita de café. Possivelmente, uma poda intermediária da gliricídia, coincidindo com a fase de crescimento rápido, melhoraria a sincronia com o cafeeiro. Outra opção seria o consórcio de gliricídia e ingá, tendo em vista que a mistura de podas com materiais lábeis e recalcitrantes é favorável, reduzindo a capacidade de ligação de polifenóis às proteínas (HANDAYANTO *et al.*, 1994), podendo garantir maior liberação do N.

9 CONCLUSÕES

- 1- Gliricídia e pupunha tendem a apresentar maiores taxas de decomposição; ingá e bananeira, menores.
- 2- As taxas de decomposição foram menores nos ensaios iniciados em março e maiores em agosto.
- 3- A liberação de nutrientes da matéria seca de gliricídia, após a poda de março, ocorre em período de baixa exigência nutricional do cafeeiro, e a de agosto, ocorre em período de baixa exigência para a formação dos frutos do cafeeiro.
- 4- A decomposição da matéria seca de ingá é lenta e gradual, com liberação de nutrientes nos diversos estádios de frutificação do cafeeiro.
- 5- Ingá e bananeira apresentam quantidades residuais altas de nutrientes após 270 dias de decomposição, principalmente após podas de março.

As conclusões obtidas permitem considerar que o material da poda de ingá de agosto, apesar de apresentar menores taxas de decomposição em relação à gliricídia, libera os nutrientes lentamente nos estádios de floração à frutificação, com maior potencial para nutrição do cafeeiro e maior sincronia que a gliricídia.

A decomposição mais rápida da biomassa da poda de gliricídia permite supor que a realização de um maior número de podas poderia ser mais efetiva, visando um fornecimento gradual dos nutrientes liberados. A realização de podas, com retirada parcial da copa em agosto (antes do florescimento), novembro (início do crescimento dos frutos), janeiro (início da granação) e março (maturação), poderia conduzir a melhor sincronia com os estádios de frutificação do cafeeiro.

A bananeira, com colheita de frutos e deposição dos resíduos culturais mensalmente, ao longo do ano, não permite um manejo da planta voltado para sincronia com os estádios fenológicos do cafeeiro. Como a bananeira é uma cultura que também exporta nutrientes, é possível supor que a inclusão de ingá e gliricídia no consórcio com café e bananeira possa beneficiar o sistema, levando em conta as considerações sugeridas acima.

A pupunha teve a colheita concentrada no período de primavera-verão, quando ocorrem as chuvas. Isso decorre do manejo do sistema sem irrigação com pequeno crescimento dos entrenós e baixa produção de palmito no outono-inverno. Por isso, é possível supor que a disposição desses resíduos culturais, de decomposição rápida, forneça nutrientes durante os estádios de frutificação do cafeeiro.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, J. B. S. *et al.* Decomposition and nutrients released from forest and perennial crops associated with organic coffee. **Coffee Science**, v. 16, p. e161845, 2021. ISSN 1984-3909. DOI 10.25186/v16i.1845. Disponível em: <http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/1845>. Acesso em: 29 jun. 2021.

APOLINÁRIO, V. X. O. *et al.* Arboreal legume litter nutrient contribution to a tropical silvopasture. **Agronomy Journal**, v. 108, n. 6, p. 2478–2484, nov./dez. 2016.

AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 601–612, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832003000400004>. Acesso em: 5 abr. 2016.

DAMATTA, F. M. *et al.* Ecophysiology of coffee growth and production. **Brazilian Journal Plant Physiology**, Londrina, v. 19, n. 4, p. 485–510, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1677-04202007000400014>. Acesso em: 23 maio 2020.

DUARTE, E. M. G. *et al.* Decomposition and nutrient release in leaves of Atlantic Rainforest tree species used in agroforestry systems. **Agroforestry Systems**, v. 87, p. 835–847, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10457-013-9600-6>. Acesso em: 7 fev. 2020.

FARFÁN, V. F.; BAUTE, B. J. E. Efecto del sombrero con especies leguminosas a diferentes densidades de siembra sobre la producción de café. **Cenicafé**, Colômbia, v. 61, n. 1, p. 35–45, 2010. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10778/44>. Acesso em: 11 jul. 2020.

FERRÃO, R. G. *et al.* (ed.). **Café Conilon**. 2. ed. atual. e ampl. Vitória, ES: Incaper, 2017. 775 p.

HANDAYANTO, E.; CADISCH, G.; GILLER, K. E. Nitrogen release from prunings of legume hedgerow trees in relation to quality of the prunings and incubation. **Plant and Soil**, v. 160, p. 237–248, 1994. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF00010149>. Acesso em: 1 mar. 2016.

ISAAC, M. E.; BORDEN, K. A. Nutrient acquisition strategies in agroforestry systems. **Plant Soil**, v. 444, p. 1–19, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11104-019-04232-5>. Acesso em: 2 jun. 2020.

KABA, J. S. *et al.* Atmospheric nitrogen fixation by gliricidia trees (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.) intercropped with cocoa (*Theobroma cacao* L.). **Plant Soil**, v. 435, p. 323–336, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11104-018-3897-x>. Acesso em: 7 fev. 2020.

KURPPA, M.; LEBLANC, H. A.; NYGREN, P. Detection of nitrogen transfer from N₂-fixing shade trees to cacao saplings in ¹⁵N labelled soil: ecological and experimental considerations. **Agroforestry Systems**, v. 80, p. 223–239, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10457-010-9327-6>. Acesso em: 6 jul. 2020.

LAVIOLA, B. G. *et al.* Acúmulo em frutos e variação na concentração foliar de NPK em cafeeiro cultivado em quatro altitudes. **Bioscience Journal**, v. 24, n. 1, p. 19–31, jan./mar. 2008.

LEBLANC, H. A.; NYGREN, P.; MCGRAW, R. L. Green mulch decomposition and nitrogen release from leaves of two *Inga* spp. in an organic alley-cropping practice in the humid tropics. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 38, p. 349 – 358, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2005.05.012>. Acesso em: 7 fev. 2020.

MARSETTI, M. M. S. *et al.* Déficit hídrico e fatores climáticos na uniformidade da florada do cafeeiro conilon irrigado. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 7, n. 6, p. 371–380, 2013. Disponível em: <https://www.inovagri.org.br/revista/index.php/rbai/issue/view/29>. Acesso em: 31 maio 2020.

MUCHECHETI, F.; MADAKADZE, I. C. Yield and nitrogen recovery of rape (*brassica napus* L.) in response to application of leguminous leaf litter and supplemental inorganic nitrogen. **Expl. Agric.**, v. 52, n. 4, p. 518–536, 2016.

MUNROE, J. W.; ISAAC, M. E. N₂-fixing trees and the transfer of fixed-N for sustainable agroforestry: a review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 34, p. 417–427, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0190-5>. Acesso em: 3 jun. 2020.

NYGREN, P. *et al.* Symbiotic dinitrogen fixation by trees: an underestimated resource in agroforestry systems? **Nutrient Cycling Agroecosystem**, v. 94, p. 123–160, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10705-012-9542-9>. Acesso em: 6 jul. 2020.

PARTELLI, F. L. *et al.* Dry matter and macronutrient accumulation in fruits of Conilon coffee with different ripening cycles. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 38, n. 1, p. 214–222, fev. 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832014000100021&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 23 maio 2020.

PAULA, P. D. *et al.* Decomposição das podas das leguminosas arbóreas *Gliricidia sepium* e *Acacia angustissima* em um sistema agroflorestal. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 791–800, set. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509819696>. Acesso em: 18 dez. 2020.

PÉREZ-MARIN, A. M.; ARRUDA SARMENTO, M. I. de; VENDRUSCOLO, J. Decomposição de esterco bovino e de biomassa de *Gliricidia sepium* em Neossolo Regolítico. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 13, n. 4, p. 419–426, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.18378/rvads.v13i4.5739>. Acesso em: 17 dez. 2020.

PETIT-ALDANA, J. *et al.* Litter Decomposition Process in Coffee Agroforestry Systems. **Journal of Forest and Environmental Science**, Korea, v. 35, n. 2, p. 121–139, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.7747/JFES.2019.35.2.121>. Acesso em: jun. 2020.

PREZOTTI, L. C. **Sistema de recomendação de calagem e adubação**. Disponível em: <https://incaper.es.gov.br/>. Acesso em: 10 jul. 2020.

SALAZAR-DÍAZ, R.; TIXIER, P. Effect of plant diversity on income generated by agroforestry systems in Talamanca, Costa Rica. **Agroforest Syst**, v. 93, p. 571–580, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10457-017-0151-0>. Acesso em: 1 jun. 2020.

SILVA, G. T. A. *et al.* Chemical composition and decomposition rate of plants used as green manure. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 65, n. 3, p. 298–305, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-90162008000300010>. Acesso em: 7 fev. 2020.

SIQUEIRA, H. 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**, [S.l.], 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: 5 abr. 2021.

ZAPATA ARANGO, P. C. Composición y estructura del dosel de sombra en sistemas agroforestales con café de tres municipios de Cundinamarca, Colombia. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 2, p. 685–697, 2019. Acesso em: 1 jun. 2020.

CAPÍTULO 3

O EFEITO DAS ÁRVORES NA INTERCEPTAÇÃO DA CHUVA E NA UMIDADE DO SOLO EM CAFÉ SOMBREADO COM GLIRICÍDIA, BANANEIRA OU INGÁ

Maria da Penha Padovan¹

Renato Corrêa Taques²

Ivaniêl Fôro Maia³

Almir Bressan Junior⁴

Nathielly Bertollo Marques⁵

Letícia Paula Perdigão Grangeiro⁶

Idalina Sturião Milheiros⁷

Robert M. Brook⁸

1 INTRODUÇÃO

Diversos são os benefícios decorrentes da inclusão de árvores nos sistemas agrícolas (BEER, 1995; SIRIRI *et al.*, 2013). As árvores podem absorver nutrientes das camadas mais profundas do solo onde as culturas não alcançam e produzir mais biomassa por área cultivada, com melhor aproveitamento dos recursos do perfil do solo (PADOVAN *et al.*, 2015). Além disso, as árvores podem contribuir para o controle de pragas e doenças dos cultivos (PUMARIÑO *et al.*, 2015) e promover paisagens rurais mais heterogêneas e processos produtivos mais sustentáveis. No entanto, a redistribuição da água pela copa das árvores pode favorecer a interceptação e a evaporação de uma parte significativa de água da chuva, reduzindo a água que chega ao solo, com efeitos no desenvolvimento das plantas e, consequentemente, na produtividade dos cultivos (ONG; SWALLOW, 2003; HOLWERDA *et al.*, 2013).

As zonas produtoras de café vêm progressivamente tendo que se adaptar ao atual cenário de instabilidade das condições climáticas (VENANCIO *et al.*, 2020), e, ao mesmo tempo, às

¹ Ph.D. Agrofloresta, Extensionista do Incaper, mppadovan@hotmail.com.br

² M.Sc. Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador do Incaper

³ Meteorologista, Pesquisador do Incaper

⁴ Biólogo, Servidor Aposentado da Gerência de Transferência de Tecnologia e Conhecimento do Incaper, Diretor-Executivo da AB3 Tecnologia Ambiental

⁵ Bióloga, Bolsista Fapes

⁶ Bióloga, Bolsista Fapes

⁷ Técnica agrícola, Bolsista Fapes

⁸ Ph.D. Ciências Agrícolas, Professor na Faculdade de Ciências Naturais, Universidade de Bangor, Reino Unido

pressões para aumento de produtividade e, nesse contexto, aumentar a disponibilidade de água de chuva para os cultivos ganha ainda mais importância.

No entanto, os teores de água de chuva que chegam ao solo podem ser afetados pela quantidade de chuva interceptada pela copa das árvores. Estudos sobre a interceptação da água da chuva pela copa das árvores, revisados por Filho (2018), mostraram que em diversos biomas brasileiros as pesquisas realizadas foram, predominantemente, em áreas de vegetação natural e, preferencialmente, em florestas em detrimento de vegetação arbustiva. Estudos sobre os processos hidrológicos e interceptação da chuva pela copa das árvores em sistemas agroflorestais (SAFs) são escassos.

Em SAFs, as árvores podem, além de interceptar, modificar a trajetória da chuva. Parte da chuva pode passar através dos ramos e folhagem, e se incorporar à água do solo, parte pode escorrer pelos troncos e se acumular na base dos caules. Outra parte da água da chuva pode ficar retida na superfície das folhas e daí evaporar sem contribuir para a água disponibilizada para os cultivos. Devido à dificuldade para a medição direta da perda de água por interceptação na copa das árvores, é feita uma estimativa a partir da diferença entre a precipitação total (P_t) e a soma da água que passa pelos ramos (P_r) e da que escorre pelos troncos (E_t) (HORTON, 1919; RUTTER, 1963).

A parte da chuva que escorre pelos troncos representa uma pequena contribuição à água que chega ao solo quando comparada com a parte que passa pelos ramos e folhagem. Em ambientes tropicais, a água que escorre pelos troncos está em torno de 1% da chuva efetiva e, consequentemente, tem sido negligenciada em muitos estudos (MARIN *et al.*, 2000; HOLSCHER *et al.*, 2004). No entanto, esse valor pode ser mais elevado dependendo das condições do ambiente, espécies estudadas e magnitudes de chuva (RIBEIRO FILHO *et al.* 2019). A importância desse componente do particionamento da precipitação está em proporcionar uma fonte localizada de água e de concentração de solutos diretamente na base dos troncos (LEVIA; FROST, 2003).

Na estimativa da interceptação, o componente mais importante é a parte da chuva que passa pelos ramos e folhagem. Estudo sobre interceptação com diferentes espécies de árvores tropicais demonstrou que a chuva que passou pelos ramos variou, em média, de 73,1% a 87,7% da chuva incidente (PARK; CAMERON, 2008). Outro estudo apresentou resultados entre 77% e 58% da precipitação (XIAO *et al.*, 2000). Além disso, o montante de água que passou pelos ramos variou com a distância dos troncos (ESCHNER, 1967) e com as características dos eventos de chuva (RUTTER *et al.*, 1971; SILES *et al.*, 2010).

Apesar do processo de interceptação da chuva pela copa das árvores ter sido amplamente estudado em florestas, o seu efeito em SAFs ainda é pouco conhecido. Em café sombreado tem sido registrada uma grande variabilidade nos dados de interceptação. Estudo em SAF com café, demonstrou que a interceptação variou com a intensidade de sombra e foi de 9% a 16% da chuva para níveis baixo e alto de sombreamento, respectivamente (GURAV *et al.*, 2012). Altos níveis de interceptação foram observados em café sombreado cultivado na Colômbia, com cerca de 47% da chuva incidente em café a pleno sol e 54,5% em café associado a diferentes espécies de árvores (JARAMILLO, 2003).

Neste trabalho, comparamos os teores de umidade do solo e a interceptação da chuva em parcelas de café conilon associado com *Gliricidia sepium*, *Inga edulis* ou com *Musa* sp., espécies amplamente utilizadas no sombreamento do café. O objetivo é contribuir para o melhor entendimento sobre os efeitos das árvores de sombra na distribuição da chuva e na água disponível no solo para o cultivo do café, assim como no balanço hídrico em sistema agroflorestal com café.

2 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DO EXPERIMENTO

O experimento foi realizado no período de 3 de julho de 2017 a 12 de julho de 2018, na Fazenda Experimental Bananal do Norte – Incaper (20° 45' S, 41° 47' W), Município de Cachoeiro de Itapemirim, Estado do Espírito Santo, Brasil. O estudo foi realizado em parcelas de café conilon (*Coffea canephora*) associado com gliricidia (*G. sepium*), bananeira (*Musa* sp.), ingá (*I. edulis*) e de café conilon cultivado a pleno sol (Figura 1). A bananeira é da cultivar Japira, híbrido do grupo AAAB, das espécies *Musa acuminata* e *Musa balbisiana*. O clima na região é quente e úmido caracterizado como Aw (Köppen-Geiger). A temperatura mínima varia de 11,8 °C a 18,0 °C e a máxima de 30,7 °C a 34,0 °C. A precipitação média anual é de 1.293 mm (Figura 2). A estação seca é de maio a setembro e a chuvosa de outubro a abril. A área de estudo está a 146 m de altitude, e o relevo é predominantemente plano. O solo consiste em NEOSSOLO FLÚVICO Tb Eutrófico, cujas características físicas são apresentadas na Tabela 1, com base em Souza *et al.* (2016).

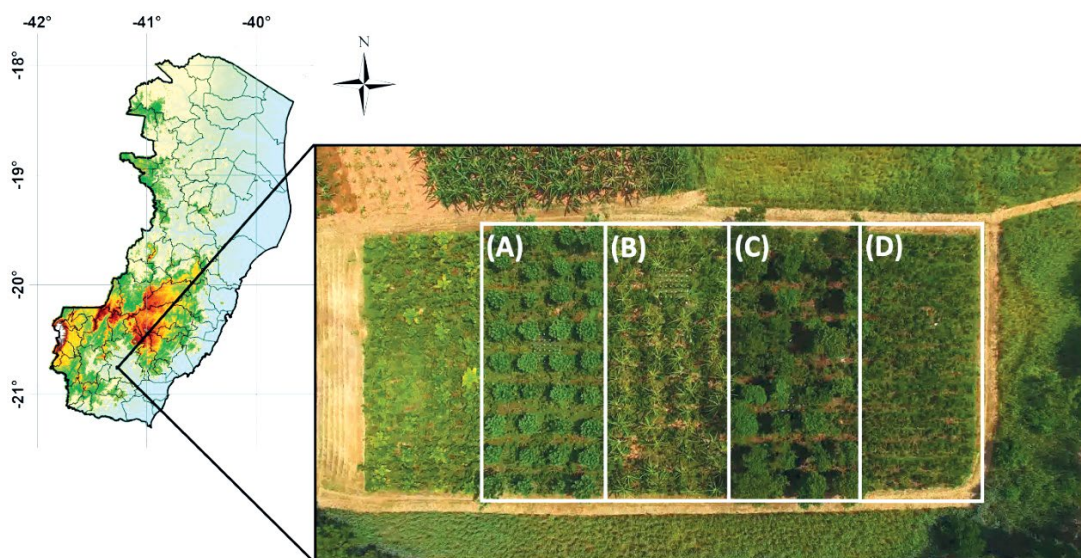


Figura 1 – Localização da área de estudo com as parcelas de café associado a *G. sepium* (A), *Musa* sp. (B), *I. edulis* (C) e café cultivado a pleno sol (D), na Fazenda Experimental Bananal do Norte - Incaper, Município de Cachoeiro de Itapemirim, Estado do Espírito Santo, Brasil.

Fonte: Foto de Pedro Mendes.

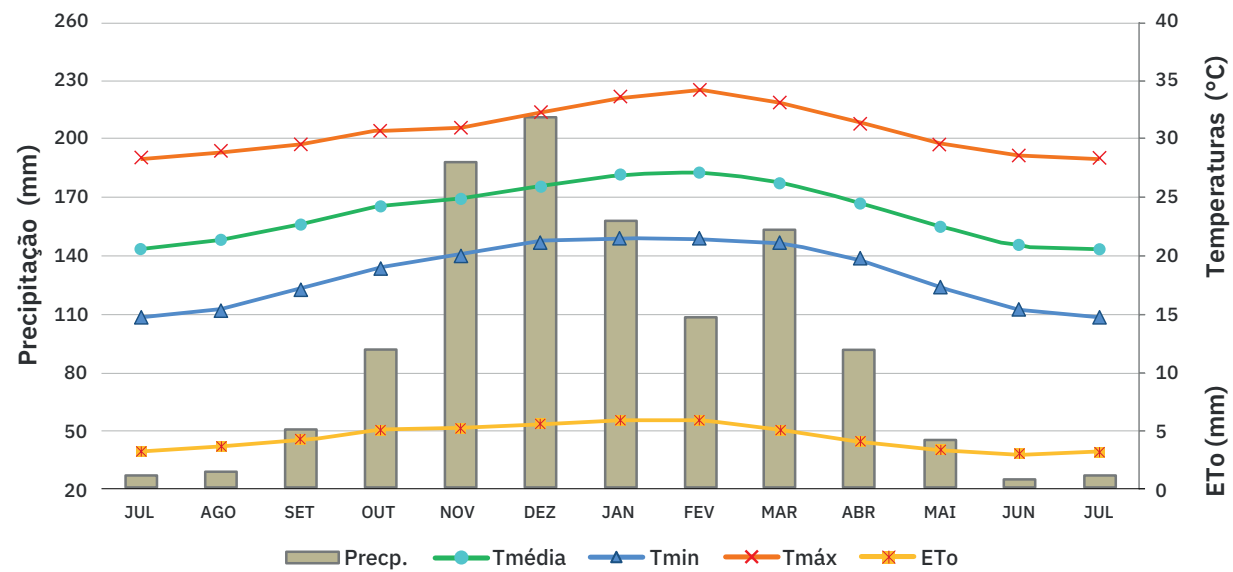


Figura 2 - Precipitação (mm), temperatura máxima, média e mínima (°C) e evapotranspiração de referência - Eto (mm) com base na tabela climatológica da série histórica 1976-2021 da área de estudo.

Fonte: Incaper.

Tabela 1 - Características físicas do solo em parcelas de café associado com *G. sepium*, *Musa* sp. e *I. edulis*, e de café cultivado a pleno sol considerando densidade do solo, microporosidade, macroporosidade, matéria orgânica, capacidade de campo, ponto de murcha permanente e índice S

	Café + <i>Gliricidia sepium</i>	Café + <i>Musa</i> sp	Café + <i>Inga edulis</i>	Café pleno sol
Densidade do solo (Mg m ⁻³)	1,23 ab	1,31 a	1,21 ab	1,33 a
Porosidade total (m ³ m ⁻³)	0,54 ab	0,51 b	0,54 ab	0,50 b
Microporosidade (m ³ m ⁻³)	0,43 a	0,25 b	0,29 b	0,34 ab
Macroporosidade (m ³ m ⁻³)	0,11 b	0,25 a	0,25 a	0,16 b
Matéria orgânica (dag kg ⁻¹)	1,04 b	0,91 b	0,93b	0,80b
Capacidade de campo (m ³ m ⁻³)	0,41 a	0,25 b	0,29 ab	0,30 ab
Ponto de murcha perm (m ³ m ⁻³)	0,27 a	0,20 a	0,24 a	0,19 a
Índice S	0,040 ab	0,029 c	0,035 bc	0.041 ab

Valores seguidos da mesma letra não diferem estatisticamente (p<0.05).

Fonte: Souza *et al.* (2016).

As parcelas que foram instaladas em janeiro de 2008 consistem em 1.240 m² cada, nas quais *Coffea canephora* Pierre (Rubiaceae), variedade Robusta Tropical, está associado a *I. edulis* Mart. (Fabaceae) e *G. sepium* Jacq. Steud. (Fabaceae) com densidade de 278 plantas ha⁻¹ no espaçamento de 6,0 m x 6,0 m. A parcela com *Musa* sp. cultivar Japira (AAAB) tem 556

plantas ha⁻¹ no espaçamento 3,0 m x 3,0 m. A densidade do café é de 3.333 planta ha⁻¹ com 3,0 m entre linhas e 1,0 m entre plantas. Nas parcelas de café sombreado, quatro plantas de cada espécie foram estabelecidas como pseudorréplicas. As principais características das espécies utilizadas no sombreamento são descritas na Tabela 2.

Tabela 2 – Características das espécies utilizadas no sombreamento do café na área do experimento

	<i>Gliricidia sepium</i>	<i>Musa sp</i>	<i>Inga edulis</i>
Família	Fabaceae	Musaceae	Fabaceae
Densidade (plantas ha ⁻¹)	278	556	278
IAF (m ² m ⁻²)	0,39 (0,22)	0,81 (0,13)	1,10 (0,21)
Morfologia da folha	Composta com 13 folíolos de cor verde brilhante, elíptico-ovalados, margens inteiras, 7-8 cm de comprimento e 2,5-3 cm de largura.	10 folhas em média, de cor verde claro, lisas e brilhantes, com 200 cm de comprimento e 60 cm de largura.	Composta com 4-6 pares de folíolos opostos verde-escuros, 18 cm de comprimento e 11 cm de largura.
Textura da folha	lisa	lisa	ligeiramente pilosa
Textura do caule	liso	liso	liso
DAP (cm)	16,8 (1,2)	13,9 (0,32)	15,4 (3,1)
Altura (m)	8,6 (1,1)	5,6 (0,20)	7,4 (0,4)

O manejo consiste em sistema de cultivo orgânico, sem irrigação. O composto orgânico utilizado inclui grama, tronco de bananeira, palha de café e esterco de gado. Foi aplicada fertilização adicional nas parcelas de acordo com as práticas agronômicas padrão (PREZOTTI *et al.*, 2007). *G. sepium* e *I. edulis* foram podadas três vezes ao ano, durante o período do experimento (agosto de 2017, fevereiro e abril de 2018) visando a manutenção dos níveis de sombra entre 30% e 40%. Plantas de *G. sepium* foram submetidas à poda drástica em agosto de 2017. Plantas infestantes apresentaram maior densidade e dominância na parcela de café com bananeira, comparadas com as parcelas de café com gliricídia e café com ingá. As principais espécies de plantas infestantes observadas nas parcelas são: *Cyanthillium cinereum*, *Cyperus rotundus*, *Panicum máximum*, *Paspalum conjugatum* e *Brachiaria brizantha* (Dan *et al.*, 2015). O controle é feito por meio de roçadas periódicas.

3 CARACTERÍSTICAS DOS EVENTOS DE CHUVA

A precipitação foi medida por uma estação automática instalada a aproximadamente 300 m da área do experimento, cujas medições foram calibradas por meio de cinco pluviômetros manuais (Ville de Paris), instalados no entorno da área de estudo. A precipitação anual, em 2018, totalizou 1.430,1 mm, enquanto em 2017 foram 873,7 mm. A precipitação média anual, em 2017, foi menor que a média histórica na região do estudo, que é de 1.293 mm (<https://meteorologia.incaper.es.gov.br/>). A precipitação total, durante o período de estudo (3 de julho

de 2017 a 12 de julho de 2018) somou 1.302 mm com 86% das chuvas concentradas entre novembro de 2017 e abril de 2018 (Figura 3).

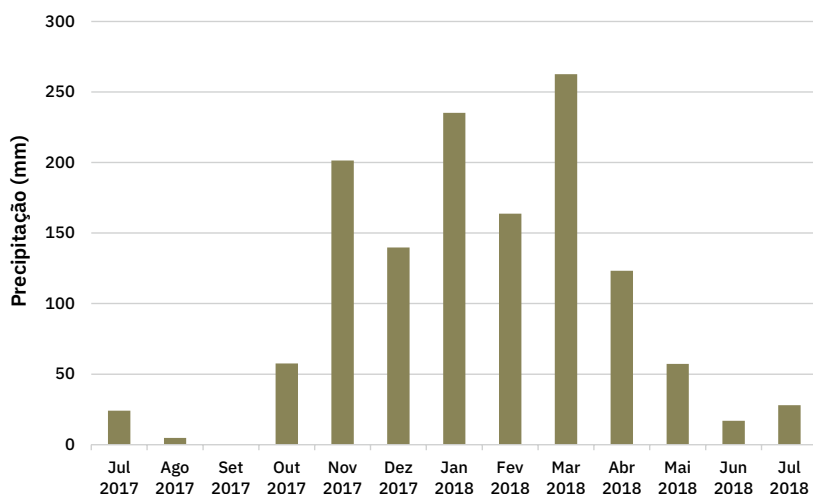


Figura 3 – Caracterização da precipitação no período de estudo, a partir de dados da estação automática instalada próxima à área do experimento.

Para obter o volume de chuva que escoou pelos troncos e o que passou pelos ramos e folhagem, foram medidos 87 eventos de chuva com magnitudes variáveis, ao longo do período do experimento, os quais somaram 742,25 mm. A maior parte dos eventos de chuvas medidos (54%) foi de até 5 mm; 17% de 5 mm a 10 mm; 17% de 10 mm a 20 mm; 9% variaram de 20 mm a 40 mm enquanto apenas 2% ficaram acima de 40 mm (Figura 4).

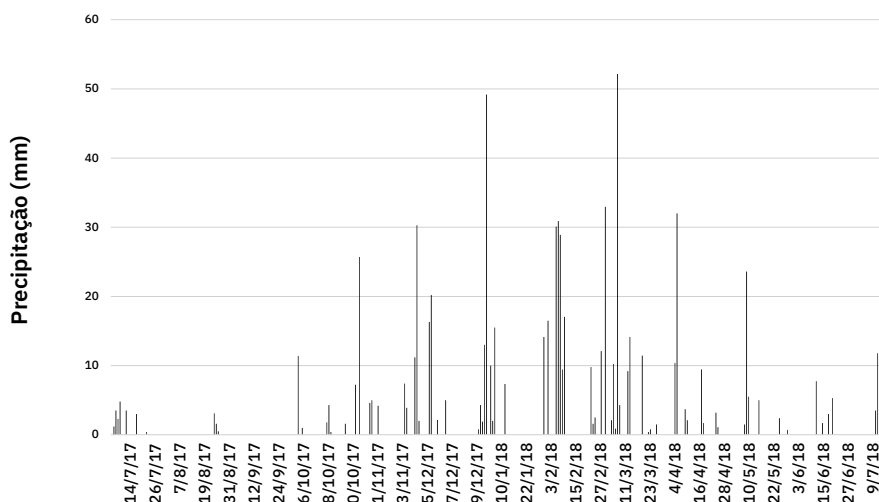


Figura 4 – Precipitação diária medida na área do experimento para obtenção do volume de chuva que passou pelos ramos e folhagem e da que escoou pelos troncos, durante o período de estudo.

4 ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR

O índice de área foliar consiste na metade da área total de folhas (m^2) por unidade de superfície horizontal do solo (m^2) (WATSON, 1947). A área foliar é um importante parâmetro utilizado como referência nos estudos relacionados com a ecofisiologia das plantas. Processos importantes, como a evapotranspiração, fotossíntese e interceptação pela copa, são diretamente proporcionais ao índice de área foliar (FANG; LIANG, 2008).

Neste trabalho, a área foliar de *G. sepium* e *I. edulis* foi calculada a partir de fotografias hemisféricas tomadas mensalmente nos quatro pontos cardeais de quatro árvores de referência de cada espécie, utilizando câmera Canon 4500 com lente olho de peixe orientada verticalmente em direção à copa (Figura 5). As fotografias hemisféricas foram analisadas utilizando o programa Gap Light Analyzer (FRAZER *et al.*, 1999). O efeito da distância entre lente e copa foi corrigido multiplicando o número de *pixels* da imagem pelo quadrado da distância. O índice de área foliar, calculado a partir das fotografias hemisféricas, foi calibrado por meio da medição direta das folhas de três árvores de cada espécie. O método destrutivo possibilitou calcular a área foliar a partir da combinação de técnica planimétrica, utilizando o *scanner* LI 3100C, e da técnica gravimétrica por meio da obtenção da área foliar específica (JONCKHEERE *et al.*, 2004).

Regressões quadráticas, a partir das medições diretas e indiretas de *G. sepium* ($r^2 = 0,89$) e de *I. edulis* ($r^2 = 0,66$), foram utilizadas para calcular a área foliar durante o período do experimento. O índice de área foliar (IAF) de cada espécie (m^2 de folhas por m^2 de área) foi calculado usando a média das medições das árvores de referência e a densidade de plantas em cada parcela.

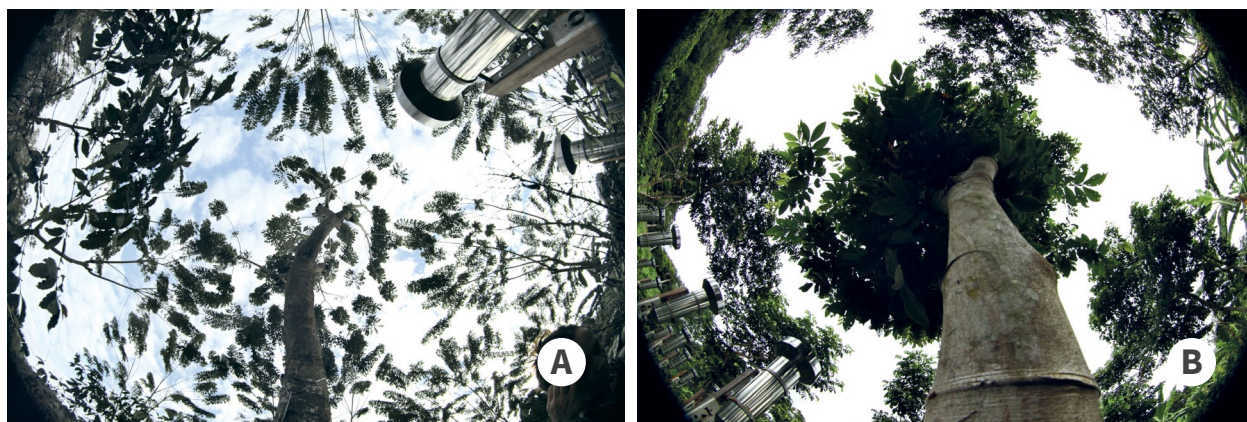


Figura 5 – Fotos hemisféricas sob a copa de *G. sepium* (A) e *I. edulis* (B).

Fonte: Fotos de Maria da Penha Padovan e Nathielly Bertollo Marques.

A área foliar de *Musa* sp. 'Japira', foi obtida a partir da equação alométrica gerada para a cultivar Vitória, de mesmo grupo genômico AAAB, resultantes do cruzamento de 'Pacovan' (AAB) com o diploide 'M53' (AA) (PADOVAN *et al.*, 2022). O modelo foi obtido a partir da coleta

e medição da totalidade das folhas de um conjunto de 20 plantas cultivadas em diferentes condições ambientais e de manejo. As folhas foram fotografadas com câmera digital, e as imagens foram vetorizadas, utilizando o programa AutoCAD (Autodesk, 2011), para obtenção das medidas de comprimento ao longo da nervura central, da largura máxima da folha e da área foliar real (MORAES *et al.*, 2013) (Figura 6). As análises tiveram como base a área foliar total da planta, como variável dependente, e os parâmetros de comprimento da terceira folha, largura da terceira folha, o produto de ambos e o número de folhas da planta, como variáveis independentes. Foi usado o modelo de regressão múltipla e aplicado o método *stepwise* para simplificação do modelo. Os resultados do coeficiente de determinação (r^2) e da raiz quadrada do erro médio quadrático (RMSE) foram utilizados na comparação dos modelos de regressão linear. O modelo foi aplicado às medições feitas na parcela e o IAF ($m^2 m^{-2}$) foi obtido a partir da densidade de plantas.



Figura 6 – Coleta de dados para gerar modelo alométrico e estimar a área foliar total de *Musa* sp.
Fonte: Foto de Nathielly Bertollo Marques.

O IAF variou com as espécies utilizadas no sombreamento ($p < 0,0001$) sendo em média de 0,44 ($ep = 0,02$), 0,78 ($ep = 0,02$) e 1,16 ($ep = 0,02$) em *G. sepium*, *Musa* sp. e *I. edulis*, respectivamente. Maior coeficiente de variação foi obtido em *G. sepium* (39,9), comparado com *Musa* sp. (12,6) e *I. edulis* (14,5). Embora as espécies tenham sido moderadamente podadas em fevereiro e abril de 2018, visando o controle da luminosidade nas parcelas de 30% a 40%, as plantas de gliricídia foram severamente podadas em agosto de 2017 (Figura 7).

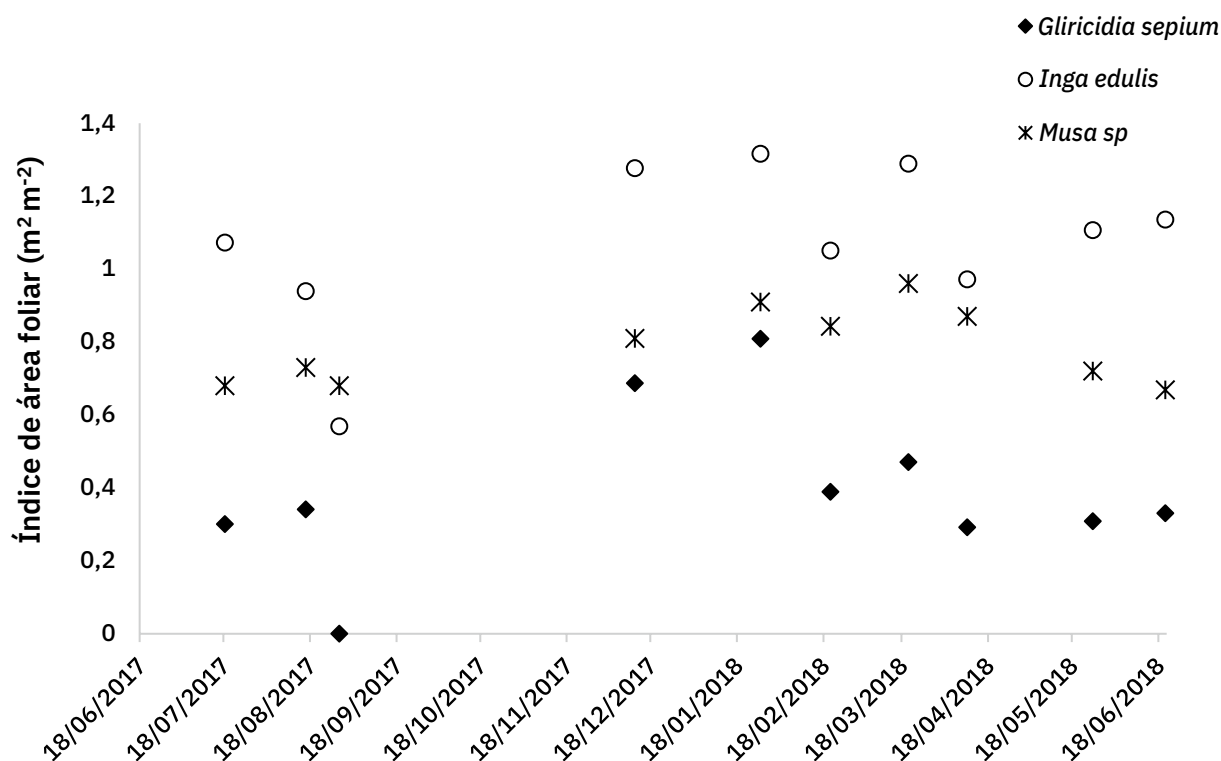


Figura 7 – Índice de área foliar para *G. sepium*, *Musa* sp. e *I. edulis* durante o período do experimento.

As equações de regressão para *G. sepium* e *I. edulis*, e o modelo alométrico utilizado para o cálculo do índice de área foliar para *Musa* sp. ‘Vitória’ são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Equações e respectivos coeficientes de determinação (r^2) para cálculo da área foliar de *G. sepium* e *I. edulis* e de *Musa* sp. ‘Vitória’, na qual estão incluídas as variáveis número de folhas (NF) e comprimento (C3) e largura (L3) da terceira folha

					r^2
<i>Gliricidia sepium</i>	0,0015 x	0,0015			0,89
<i>Inga edulis</i>	0,005 x	0,0052			0,66
<i>Musa</i> sp cv. Vitória		-16,88	1,63NF	7,77C3L3	0,93

5 A ÁGUA DA CHUVA QUE PASSOU PELOS RAMOS E QUE ESCORREU PELOS TRONCOS

A água da chuva que passou pelos ramos (Pr) e a que escorreu pelos troncos (Et) foram medidas durante 87 eventos de chuva, no período de 3 de julho de 2017 a 12 de julho de 2018. Para medir a chuva que passou pelos ramos, foram instalados nove pluviômetros (*Ville de Paris*) sob $\frac{1}{4}$ da copa de quatro árvores de referência em cada parcela (Figura 8), no espaçamento de 1,0 m x 1,0 m, com um total de 36 pluviômetros por espécie ao longo do experimento (Figura 9). A Pr foi calculada como uma porcentagem da precipitação total (Pt) para seis magnitudes de chuva, sendo: < 1 mm; 1 - 5 mm; 5 - 10 mm; 10 - 20 mm; 20 - 40 mm; > 40 mm.



Figura 8 – Pluviômetros (*Ville de Paris*) instalados sob a copa de árvores de *I. edulis* para medição da água que passou pelos ramos na área do experimento.

Fonte: Foto de Maria da Penha Padovan.

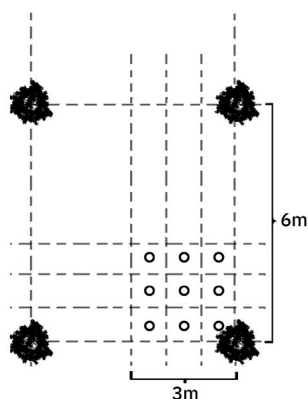


Figura 9 – Representação esquemática da distribuição espacial dos pluviômetros sob a copa das árvores de referência para monitoramento da água da chuva que passou pelos ramos.

A medição da água da chuva que escorreu pelos troncos (Et) foi feita utilizando coletores feitos artesanalmente e instalados em quatro árvores de cada espécie. Os coletores foram fixados nos troncos de forma que a água da chuva coletada pudesse ser conduzida por um tubo até um recipiente para armazenamento colocado no solo (Figura 10). O cálculo da Pr e da Et, na escala de parcela, foi feita utilizando a densidade de plantas de cada espécie.



Figura 10 – Coletor feito à mão, para monitoramento da água que escorre pelos troncos, instalado em quatro árvores de referência por parcela na área de estudo.

Fonte: Foto de Maria da Penha Padovan.

A proporção de água da chuva que escoou pelos troncos (Et) variou com as espécies utilizadas no sombreamento do café ($p = 0,0002$) com destaque para *Musa* sp., que alcançou valores médios de 0,64 mm (ep = 0,10), enquanto *G. sepium* e *I. edulis* apresentaram 0,16 mm (ep = 0,03) e 0,13 mm (ep = 0,02), respectivamente. O volume de Et expresso em porcentagem da precipitação total foi, em média, de 1,5%, 6,1% e 1,1% para plantas de gliricídia, bananeira e ingá, respectivamente. Et, em termos percentuais, tendeu a aumentar gradualmente com o volume de chuva para todas as espécies estudadas (Tabela 4).

Tabela 4 – Valores médios da água que escoou pelos troncos expressos em porcentagem da chuva e erro padrão da média (ep) medidos em *G. sepium*, *Musa* sp. e *I. edulis* para eventos de chuva de seis magnitudes

Chuva mm	Gliricidia sepium		Musa sp		Inga edulis	
	%	ep	%	ep	%	ep
< 1	0,30	0,16	2,04	0,85	0,13	0,04
1 - 5	0,34	0,05	2,95	0,25	0,23	0,02
5 - 10	1,54	0,16	6,98	0,32	1,05	0,09
10 - 20	1,75	0,20	7,57	1,18	1,60	0,31
20 - 40	2,35	0,16	8,69	0,58	1,86	0,13
> 40	2,45	0,06	8,67	0,07	1,90	0,003

Et apresentou forte correlação linear positiva com a chuva. A análise de regressão mostrou resultados similares para *G. sepium* ($y = 0,0248x - 0,0541$), *Musa* sp. ($y = 0,09x - 0,1334$) e *I. edulis* ($y = 0,0197x - 0,042$) com $r^2 = 0,97$ para as três espécies (Figuras 11, 12 e 13).

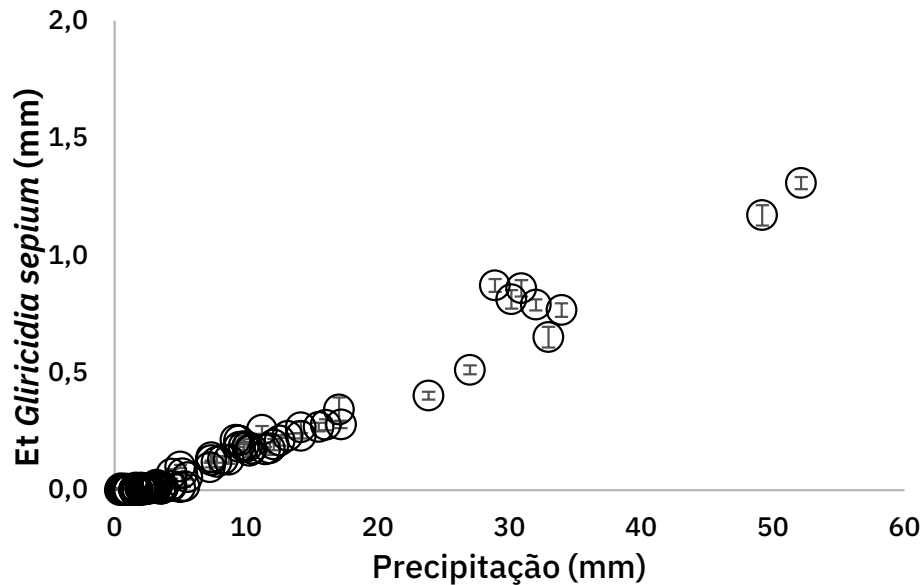


Figura 11 – A água da chuva que escoou pelos troncos (Et) de *G. sepium* em função da precipitação no período de estudo. Barras verticais representam o erro padrão da média.

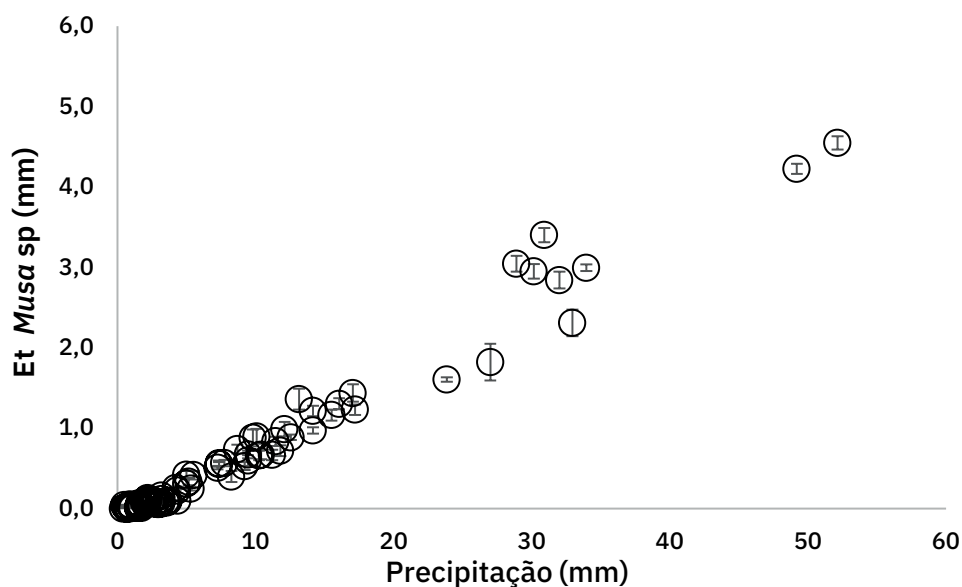


Figura 12 - A água da chuva que escoou pelos caules (Et) de *Musa* sp. em função da precipitação no período de estudo. Barras verticais representam o erro padrão da média.

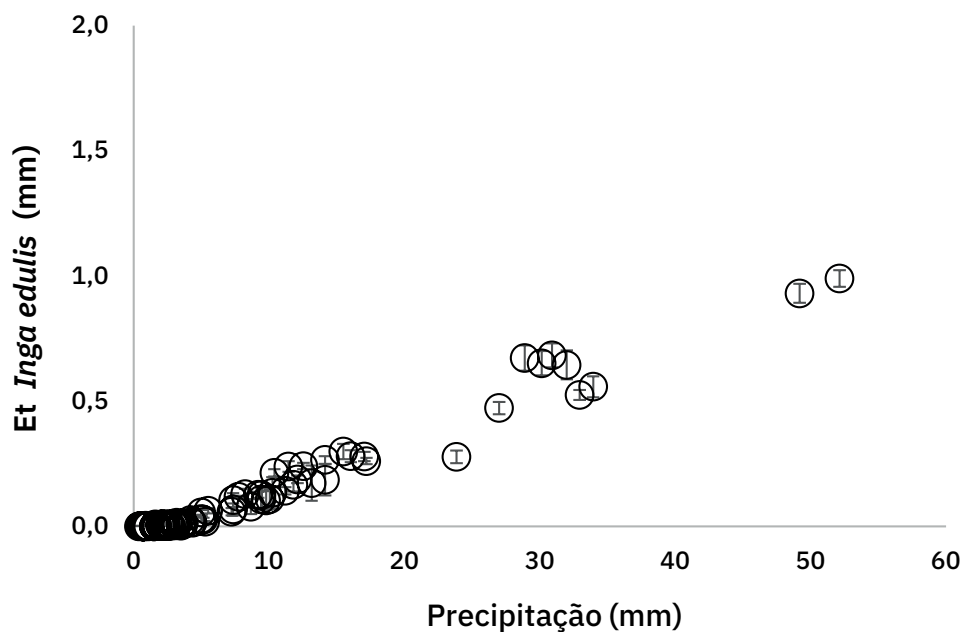


Figura 13 - A água da chuva que escoou pelos troncos (Et) de *I. edulis* em função da precipitação durante o período de estudo. Barras verticais representam o erro padrão da média.

O montante de água da chuva que passou pelos ramos (Pr) foi similar entre as espécies estudadas ($p = 0,97$), com valores médios de 7,53 mm ($ep = 1,07$), 7,37 mm ($ep = 1,07$) e 7,17 mm ($ep = 1,07$) para *G. sepium*, *Musa* sp. e *I. edulis*, respectivamente. Quando expressados em

termos percentuais, foram obtidos valores médios de 82%, 84% e 76% da precipitação total para gliricidia, bananeira e ingá, respectivamente. O montante de Pr, em termos percentuais, para as diferentes magnitudes de chuva incidente são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Valores médios da água da chuva que passou pelos ramos expressos em porcentagem e respectivos erros padrão da média (ep) para os eventos de chuva de seis magnitudes medidos nas parcelas com *G. sepium*, *Musa sp.* e *I. edulis*, durante o período de estudo

mm	<i>Gliricidia sepium</i>		<i>Musa sp</i>		<i>Inga edulis</i>	
	%	ep	%	ep	%	ep
< 1	60,8	4,3	76,6	3,6	49,0	3,5
1 - 5	74,9	2,2	82,6	1,3	63,5	2,2
5 - 10	80,3	1,5	81,5	0,8	74,6	1,5
10 - 20	86,3	0,9	84,1	0,5	80,7	1,1
20 - 40	93,8	1,5	89,0	1,2	92,2	1,8
> 40	96,6	0,01	90,8	0,2	96,9	0,3

A análise de regressão demonstrou relação linear e positiva entre Pr e Pt, com $r^2 = 0,99$ para *G. sepium* ($y = 0,9586x - 0,683$), para *I. edulis* ($y = 0,8986x - 0,3319$) e para *Musa sp.* ($y = 0,954x - 1,0009$) (Figuras 14, 15 e 16).

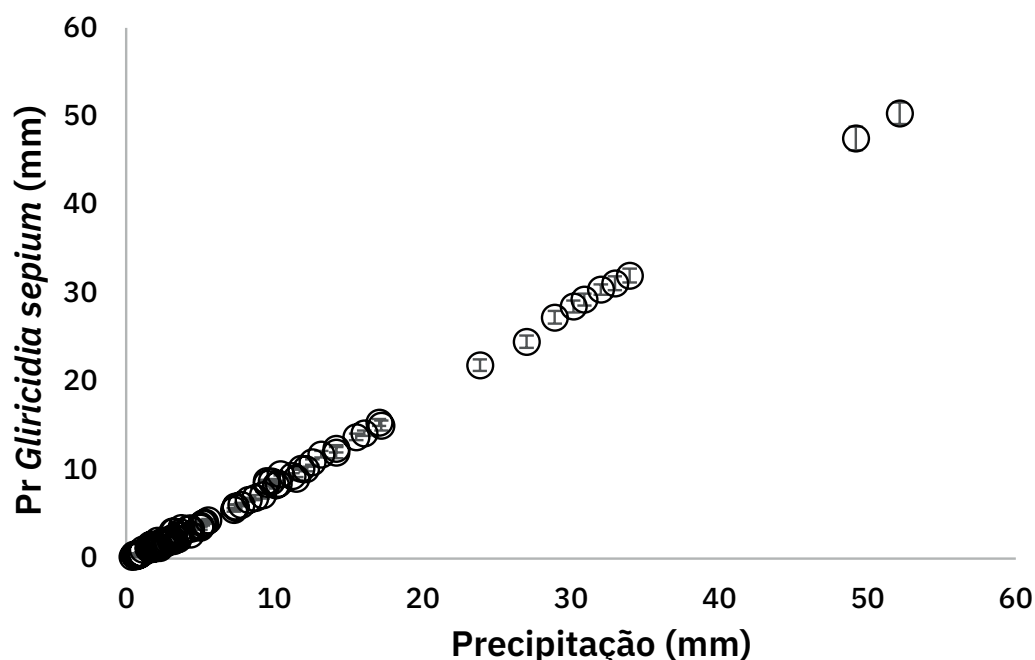


Figura 14 – A água da chuva que atravessou a copa (Pr) de *G. sepium* em função da precipitação no período de estudo. Barras verticais representam o erro padrão da média.

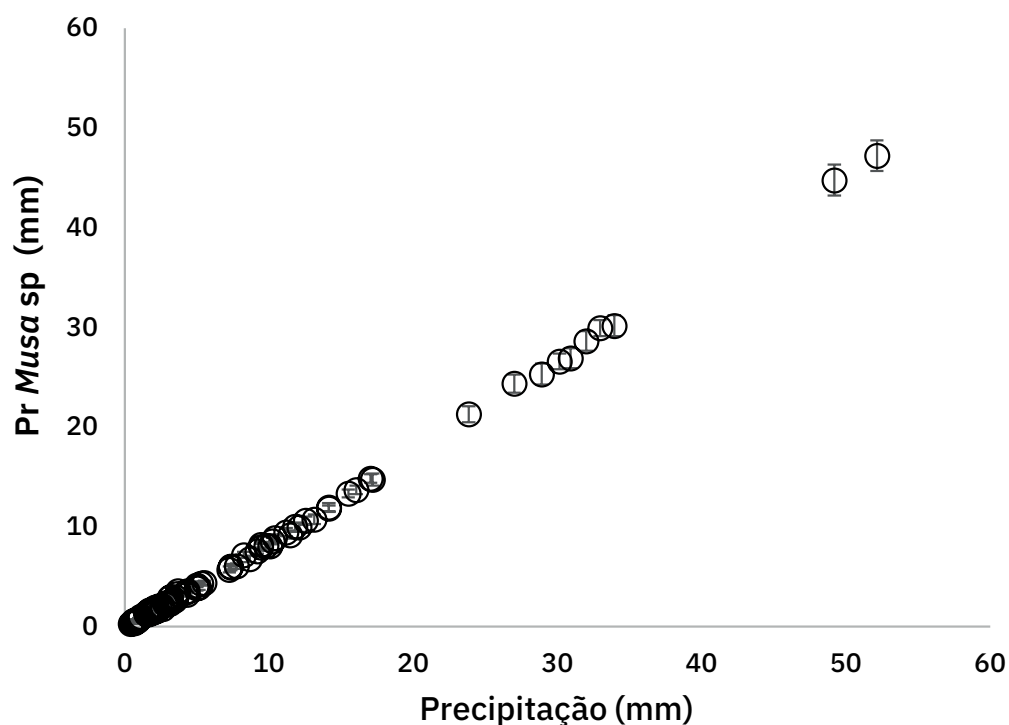


Figura 15 – A água que atravessou a copa (Pr) em *Musa* sp. em função da chuva incidente no período de estudo. Barras verticais representam o erro padrão da média.

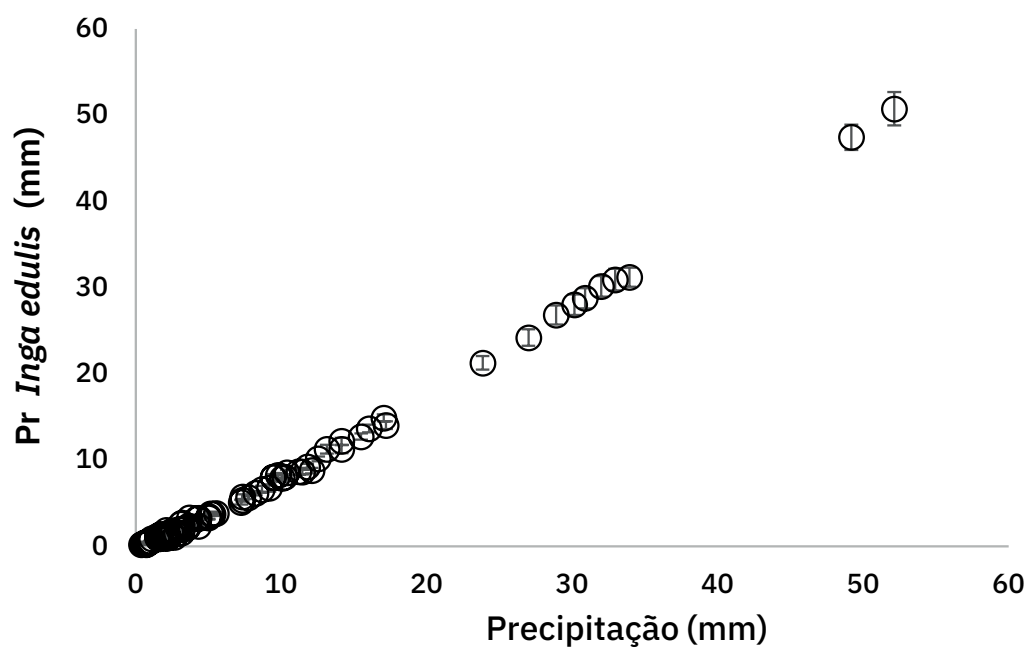


Figura 16 – A água que passou pelos ramos (Pr) em *I. edulis* em função da chuva incidente durante o período de estudo. Barras verticais representam o erro padrão da média.

O efeito da distância em relação ao tronco das árvores na passagem da água da chuva pelos ramos e folhagem foi testado, e o resultado foi similar entre as espécies utilizadas no sombreamento ($p = 0,38$) sendo sempre menor quanto mais próximo dos caules (Figura 17). Pr variou de 5,62 mm ($ep = 0,42$) a 9,35 mm ($ep = 0,64$) para as distâncias de 0,70 m e 3,50 m dos troncos, em média nas parcelas.

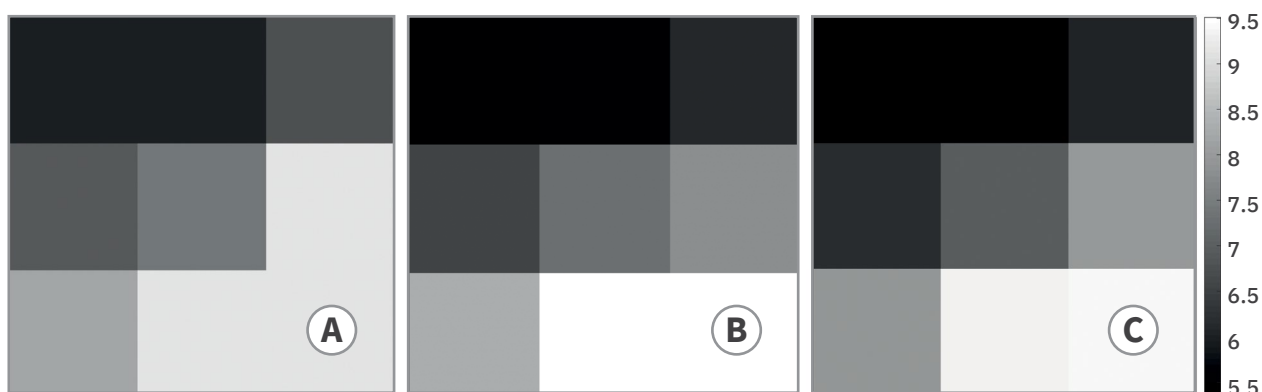


Figura 17 – Distribuição espacial da chuva que passou pelos ramos em *G. sepium* (A), *Musa sp.* (B) e *I. edulis* (C) considerando 1/4 da copa (caules no extremo superior esquerdo) a partir da média dos valores obtidos sob a copa de quatro árvores de cada espécie.

6 A ÁGUA DA CHUVA INTERCEPTADA PELA COPA DAS ÁRVORES

Dada a impossibilidade de se medir diretamente a perda de água da chuva por evaporação, devido à interceptação pela copa das árvores, esse montante é estimado a partir da subtração do volume de chuva que passou pelos ramos e o que escorreu pelos troncos do montante de precipitação total, com base na seguinte equação:

$$Ic = Pt - (Pr + Et)$$

Em que: Ic = perda de água por interceptação pela copa; Pt = precipitação total; Pr = precipitação que passou pelos ramos; Et = precipitação que escorreu pelo tronco.

A perda de água por interceptação da chuva na copa das árvores (Ic) variou com as espécies utilizadas no sombreamento ($p = 0,0001$), com valores médios de 0,88 mm ($ep = 0,06$), 0,56 mm ($ep = 0,04$) e 1,27 mm ($ep = 0,08$) para *G. sepium*, *Musa sp.* e *I. edulis*, respectivamente. Valores médios de interceptação pela copa foram maiores para os eventos de chuva de 10 mm a 20 mm (Figura 18). Os eventos dessa magnitude constituíram 17% do total avaliado, os quais somaram 197 mm no período de estudo, que resultaram em perdas de água de chuva por interceptação de 22,9 mm na parcela de café com *G. sepium*, 15,9 mm na parcela de café com *Musa sp.* e 33,9 mm na de café com *I. edulis*.

O manejo das árvores de sombra, visando controlar a luminosidade nas parcelas, teve efeito na interceptação ($p = 0,0039$). A Ic , depois da poda nas parcelas, foi de, em média, 0,70 mm ($ep = 0,08$) comparado com 0,97 mm ($ep = 0,05$) medido antes da poda. Mudanças na

interceptação, devido às práticas de manejo, variaram com a espécie. Em *G. sepium*, que foi severamente podada uma vez no ano, a Ic foi em média 41% menor depois da poda quando comparada com *I. edulis*, que teve em média uma redução na Ic de 17%.

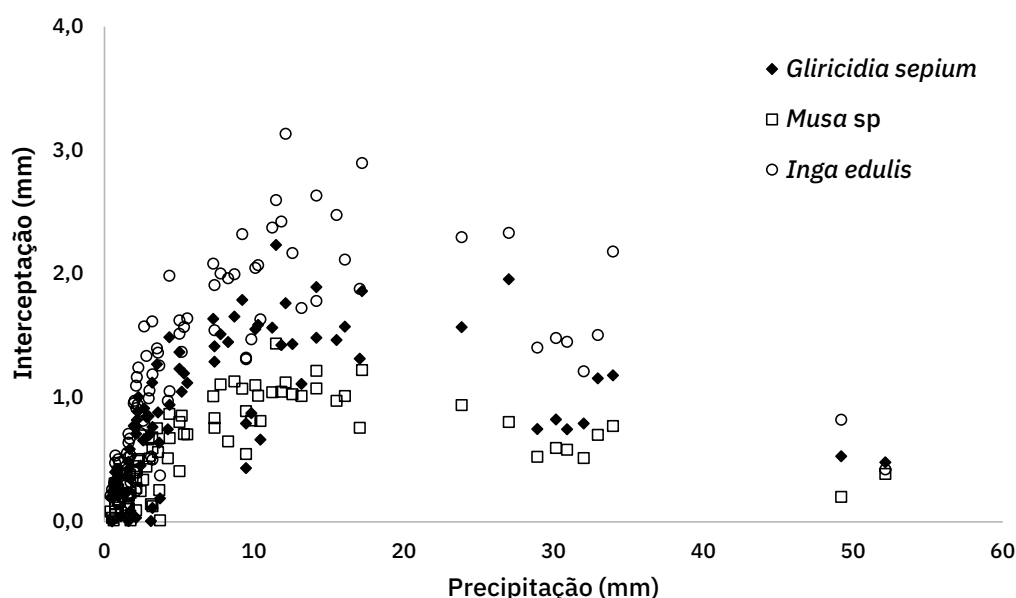


Figura 18 – Representação da interceptação da água da chuva pela copa de *G. sepium*, *Musa* sp. e *I. edulis* em função da precipitação no período de estudo.

Variações sazonais também tiveram efeito na Ic ($p = 0,0047$) ao longo do período de estudo, ficando em média 25% maior na estação chuvosa. Os valores médios de Ic variaram de 0,73 mm ($ep = 0,06$) a 0,96 mm ($ep = 0,05$) nas estações seca e chuvosa, respectivamente.

A perda de água por interceptação da chuva na copa das árvores, quando expressada em termos percentuais, foi maior em *I. edulis* com 22,7% da chuva incidente comparada com 11% em plantas de *Musa* sp. e com 16,4% em *G. sepium* (Tabela 6). A repartição da chuva em Pr, Et e Ic, quando expressa em porcentagem da Pt, mostrou que Et consistiu na menor proporção da chuva enquanto Pr foi a maior contribuição na estimativa da interceptação (Tabela 6).

Tabela 6 – Valores médios e erro padrão da média (ep) para a parte da água da chuva que passou pelos ramos (Pr), para a que escoou pelos troncos (Et) e a interceptada pela copa (Ic) de *G. sepium*, *Musa* sp. e *I. edulis* expressos como uma fração da precipitação total durante o período do experimento

	Pr		Et		Ic	
	%	ep	%	ep	%	ep
<i>Gliricidia sepium</i>	82,1	1,7	1,5	0,13	16,4	1,6
<i>Musa</i> sp	84,0	1,3	6,2	0,54	9,8	1,1
<i>Inga edulis</i>	76,0	1,7	1,1	0,1	22,7	1,6

7 O TEOR DE UMIDADE DO SOLO

O teor de umidade do solo nas parcelas foi medido por meio de método gravimétrico (kg kg^{-1}), no qual as amostras de solo foram levadas a 105°C por 24 horas. As amostras foram coletadas em uma linha diagonal a três diferentes distâncias dos troncos das árvores de referência (0,50 m, 1,50 m e 4,25 m) e a duas profundidades no perfil do solo, de 0–20 cm e de 20–40 cm. As medições do teor de umidade do solo foram feitas em agosto de 2017 e julho de 2018 (estação seca), em dezembro de 2017 e em fevereiro e maio de 2018 (estação chuvosa).

O comportamento da umidade do solo da camada 0-20 cm (Figura 19) foi muito semelhante ao da camada de 20-40 cm (Figura 20). Os maiores valores da umidade do solo foram registrados no mês de dezembro de 2017 (época chuvosa) e os menores valores em agosto de 2017 (época seca). O coeficiente de variação (cv) da umidade do solo, ao longo do ano, da camada 0-20 cm foi maior para a parcela de café cultivado a pleno sol (cv = 0,20), seguido do café sombreado com *Musa* sp. (cv = 0,16), com *I. edulis* (cv = 0,15) e com *G. sepium* (cv = 0,10), que apresentou menor cv. Para a camada 20-40 cm, os valores do coeficiente de variação do teor de umidade do solo, ao longo do período de estudo, foram ligeiramente menores com café a pleno sol (cv = 0,17), café sombreado com *Musa* sp. (cv = 0,10), com *I. edulis* (cv = 0,08) e com *G. sepium* (cv = 0,09).

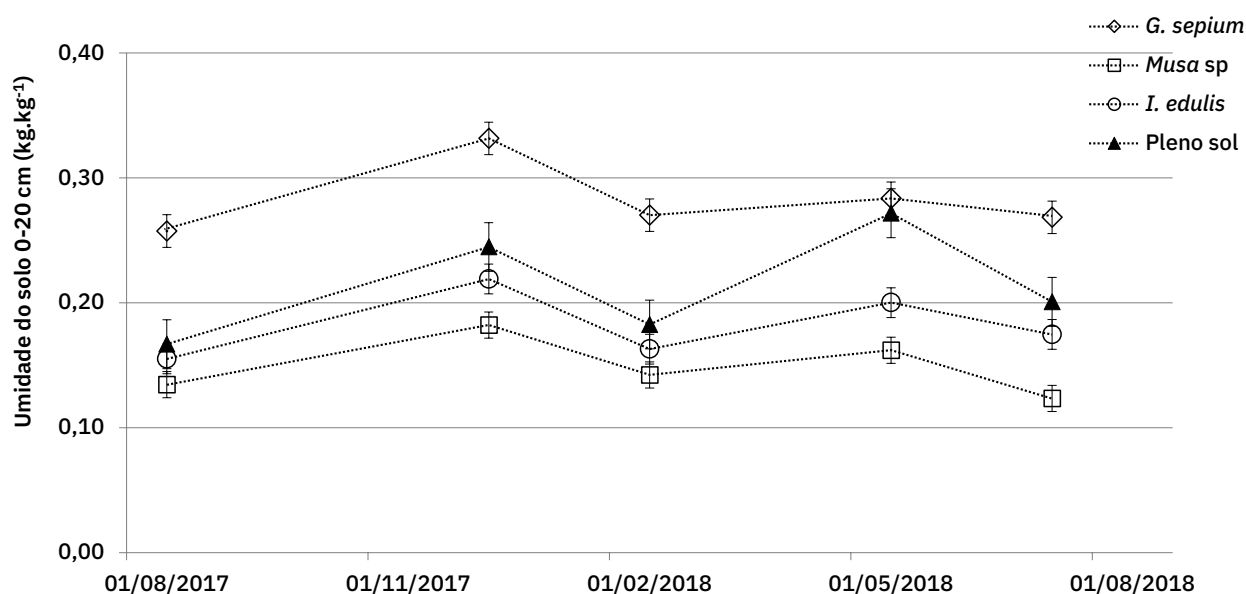


Figura 19 – Umidade do solo (kg.kg^{-1}) na camada de 0-20 cm de profundidade em parcelas de café sombreado com *G. sepium*, *Musa* sp. e *I. edulis* e em parcela de café cultivado a pleno sol. Barras verticais indicam o erro padrão da média.

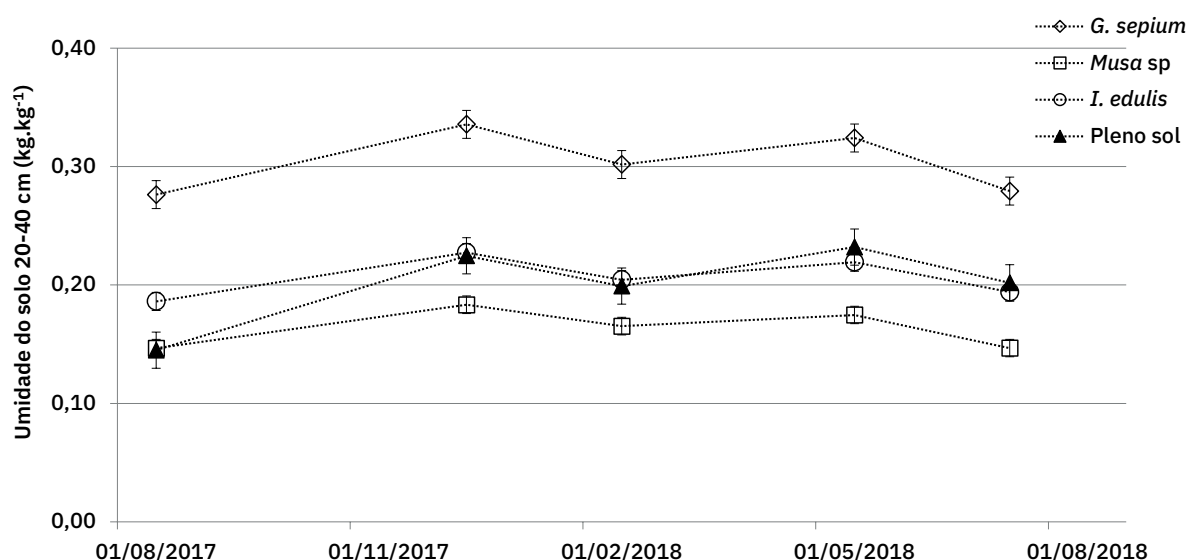


Figura 20 – Umidade do solo (kg.kg⁻¹) na camada de 20-40 cm de profundidade em parcelas de café sombreado com *G. sepium*, *Musa sp.* e *I. edulis* e em parcela de café cultivado a pleno sol. Barras verticais indicam o erro padrão da média.

A análise de variância demonstrou que a umidade do solo apresentou diferenças entre os tratamentos ($p > 0.01$). O teor de umidade foi maior em café associado com *G. sepium*, com 0,282 kg kg⁻¹ e 0,310 kg kg⁻¹ nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm no perfil do solo, respectivamente, enquanto em café associado com *Musa sp.* foram identificados os menores teores de umidade (Tabela 7). Os testes não foram significativos para a umidade do solo nas distâncias de 0,5 m, 1,5 m ou 4,25 m dos caules a 0-20 cm ($p = 0,359$) ou a 20-40 cm de profundidade ($p = 0,093$).

Tabela 7 – Valores médios de umidade do solo (kg kg⁻¹) em café associado com *G. sepium*, *Musa sp.*, *I. edulis* comparados com café cultivado a pleno sol a 0-20 cm e 20-40 cm de profundidade, durante o período de estudo

Profundidade	Café + Gliricídia	Café + Banana	Café + Inga	Café pleno sol
0-20 cm	0,282 a	0,149 c	0,213 b	0,182 bc
20-40 cm	0,310 a	0,163 c	0,206 b	0,200 b

8 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Foi demonstrado o efeito das diferentes espécies de árvores de sombra nas taxas de interceptação da água de chuva. Os ramos esparsos, folíolos pequenos e lisos resultaram em menor perda de água por interceptação em plantas de *G. sepium* quando comparadas com *I. edulis*, que apresentou copa mais densa, folíolos amplos e pilosos. Em *Musa sp.*, a interceptação de 9,8% foi similar ao registrado por Yang *et al.* (2020) e pode estar relacionada

com a copa em forma de funil, formada por folhas verticiladas que tendem a convergir a água para o caule, aumentando as taxas de Et e reduzindo, portanto, a interceptação. Plantas de *G. sepium* e *I. edulis*, ambas com densidade de 279 árvores ha⁻¹, apresentaram interceptação de 16,4% e 22,7% da precipitação total, respectivamente. Esses percentuais são mais elevados que os 12,9% de interceptação em café com *Inga densiflora*, com densidade de plantas similar (CANNAVO *et al.*, 2011). Por outro lado, os percentuais obtidos neste estudo foram menores que os 32% da chuva interceptados pela copa de *G. sepium* cultivada em aleias (PEREZ-MARIN; MENEZES, 2008).

Os resultados deste estudo podem ter sido influenciados pelas características específicas das espécies, pelo regime de chuva e pelo manejo dado aos cultivos. Folhas amplas e pilosas, assim como a copa mais densa de *I. edulis* retiveram mais água de chuva com valores médios de Ic de 1,27 mm (ep = 0,08) quando comparados com valores médios de Ic de 0,88 mm (ep = 0,06) para *G. sepium*, cujos ramos são esparsos e os folíolos pequenos e lisos. A influência da arquitetura da planta na interceptação foi observada também em outro estudo desenvolvido por Yang *et al.* (2020) com *Musa* sp. Além disso, o regime de chuvas da região e do período de estudo podem ter influenciado nos resultados obtidos. Nesta pesquisa, 71% dos eventos de chuva eram de até 10 mm quando as interceptações foram mais elevadas quando comparadas proporcionalmente com as chuvas de maior magnitude. Outro estudo em região semiárida demonstrou que precipitações abaixo de 10 mm, apresentaram interceptação sempre acima de 50% (RIBEIRO FILHO *et al.*, 2019). Com relação ao manejo, a poda drástica realizada em *G. sepium*, por exemplo, resultou em diminuição da interceptação em 41% depois da poda. Menores valores de interceptação pela copa de *G. sepium* resultaram em maiores teores de umidade no solo da parcela, proporcionando, portanto, mais água disponível no solo para os cafeeiros. Outro estudo realizado na área do experimento demonstrou que o café associado com gliricídia apresentou maior produtividade quando comparado com o das demais parcelas (ROCHA *et al.* 2016), o que reforça a relação entre a disponibilidade de água e a produtividade dos cafeeiros. Os teores de umidade do solo obtidos neste trabalho estão em consonância com Araujo-Junior *et al.* (2015), que encontraram valores de umidade residual mais altos em café com gliricídia quando comparado com café a pleno sol. Além da influência do índice de área foliar de *G. sepium*, aspectos relacionados com as características do solo afetaram os resultados obtidos. Souza *et al.* (2016) avaliaram a qualidade física do solo das parcelas utilizadas no presente estudo e concluíram que a parcela de café consorciado com gliricídia apresentou maior capacidade de retenção de água e consequentemente, resultou em maior teor de umidade do solo em relação aos demais tratamentos.

Menores teores de água no solo foram observados nas parcelas de café associado com *Musa* sp. A maior densidade de bananeiras e de plantas infestantes quando comparada com as demais parcelas estudadas pode ter influenciado neste resultado. Outro estudo apresentou valores menores de umidade no solo de café com bananeira quando comparado com café sombreado com fedegoso e com café a pleno sol (NEVES *et al.*, 2007). Além disso, o mesmo estudo comparou tratamentos com diferentes densidades de plantas de bananeira e demonstrou que o maior número de plantas resultou em menor teor de umidade, o que reforça

os resultados obtidos na presente pesquisa. Teores de umidade similares nas parcelas de café sombreado com *I. edulis* e de café a pleno sol, observados neste estudo, estão em consonância com os resultados obtidos por Coelho *et al.* (2010).

A perda de água por interceptação, estimada indiretamente a partir das medições de Pr e Et, demonstrou uma menor proporção de Et para todas as espécies. Valores médios de 1,5% e 1,1% da chuva em *G. sepium* e *I. edulis* estão em consonância com valores de Et registrados para outras espécies arbóreas tropicais que variaram de 0,9% a 2,7% (PARK; CAMERON, 2008). Em sistema agroflorestal de milho com *Grevillea robusta*, Et foi de 1,2% da chuva em condições semiáridas (JACKSON, 2000) e em um policultivo perene, com diferentes espécies de árvores na Amazônia, Et variou de 0,1% a 1,4% da chuva (SCHROTH *et al.*, 1999). Percentual mais elevado de Et foi obtido neste estudo para *Musa* sp., possivelmente influenciado pelas características do pseudocaule, mais liso quando comparado com os troncos de *G. sepium* e *I. edulis*. Neste estudo, foram obtidos valores médios de Et de 6,2% da precipitação total, no entanto, outros estudos apresentaram taxas de Et de 17,6% (YANG *et al.*, 2020) e Et variando de 18% a 26% (CATTAN *et al.*, 2007), dependendo do espaçamento adotado, características da chuva incidente, IAF e variedade de *Musa* sp. cultivada.

A proporção de Pr sob a copa de *Musa* sp. foi, em média, de 84% da precipitação total, a qual foi similar à obtida por Zhang *et al.* (2021) cujos valores médios de Pr variaram de 80,2% a 84,7% da chuva. No entanto, nosso resultado é relativamente mais alto que 71,8% registrado por Yang *et al.* (2020). Para *G. sepium*, a proporção de Pr obtida de, em média, 82,1% da chuva é similar à de 86,9% registrada por Cameron (2007), e está ligeiramente acima dos 67% registrados para a espécie em outro estudo (PÉREZ-MARIN; MENEZES, 2008). Para *I. edulis*, 76% da chuva consiste na menor proporção de Pr, o que pode estar relacionado com o maior índice de área foliar entre as espécies avaliadas neste estudo.

A perda de água por interceptação pode ser altamente variável dependendo das condições ambientais, características da chuva e da vegetação (CARLYLE-MOSES; GASH, 2011; JUNQUEIRA JUNIOR *et al.*, 2019; RIBEIRO FILHO *et al.*, 2019) e pode ser dominante no balanço hídrico do sistema (ZWIEBACK *et al.*, 2019). Os efeitos da interceptação na dinâmica da água, no entanto, ganham ainda mais importância no atual contexto dos eventos climáticos extremos decorrentes das mudanças do clima.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo demonstrou um efeito substancial das espécies utilizadas no sombreamento do café, em SAFs, na redução do volume de água de chuva que chega à superfície do solo. No entanto, a proporção de chuva interceptada pode ser reduzida dependendo da espécie utilizada e do manejo dado às árvores de sombra. Considerando a dinâmica das interações entre os diversos fatores edafoclimáticos e os relacionados com a variabilidade no desempenho das diferentes espécies, é evidente a necessidade de outros estudos nesta temática.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fapes/Seag pelo financiamento do presente projeto de pesquisa, no Edital PPE Agro 06/2015. Agradecem também à equipe de gestores, pesquisadores e pessoal de campo da FEBN, em especial a Gustavo Soares pela disponibilidade dos dados da estação climática; a Maurício L. Dan pela cessão do equipamento fotográfico; a Luiz Carlos Caetano, Alciro Lazarini e José Aires Ventura por facilitar as medições de área foliar de bananeira. Ao prof. Paulo Cavatte pela cessão do laboratório de Botânica – Ufes, *campus* Alegre e ao prof. Geraldo Rogério Faustini Cuzzuol, pelo laboratório de Ecofisiologia e Produção Vegetal — Ufes, *campus* Vitória.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO-JUNIOR, C. F.; GUIZILINI, I.; SANTORO, P. H.; HAMANAKA, C. A.; SILVA, A. S. Qualidade física de um Latossolo em sistema agroflorestal de cafeeiros orgânicos. *In*: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 9., 2015, Curitiba – PR. **Anais [...]** Consórcio Pesquisa Café, 2015. Disponível em: http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/spcb_anais/simposio9/247.pdf. Acesso em: 28 jul. 2021.
- BEER, J. Efectos de los árboles de sombra sobre la sostenibilidad del cafetal. **Boletín Promecafe**, v. 68, p. 13-18, 1995.
- CAMERON, J. L. **Influence of crown traits and leaf arrangement on rainfall interception, throughfall, and stemflow in five tropical tree species**. 2007. Tese - Departamento de Biologia, Universidade de Winnipeg, Canadá, 2007.
- 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.
- CARLYLE-MOSES, D. E.; GASH, J. H. C. Rainfall Interception Loss by Forest Canopies. **Forest Hydrology and Biogeochemistry**, v. 216, 2011. ISBN: 978-94-007-1362-8
- CATTAN, P.; BUSSIÈRE, F.; NOUVELLON, A. Evidence of large rainfall partitioning patterns by banana and impact on surface runoff generation. **Hydrological Processes**, v. 21, p. 2196–2205, 2007.
- COELHO, R. A.; MATSUMOTO, S. N.; LEMOS, C. L.; SOUZA F. A. Nível de sombreamento, umidade do solo e morfologia do cafeeiro em sistemas agroflorestais. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 1, p. 95-102, 2010.
- DAN, M. L.; MORAES, M. C.; SOUZA, G. S. de.; ARAÚJO, J. B. S.; FONSECA, A. L. C. da. Fitossociologia das plantas infestantes de sistemas consorciados de café conilon no Sul do Espírito Santo. *In*: SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS DO ESPÍRITO SANTO, 1., 2015, Alegre. CALDEIRA, M. V. W.; CORREIA, T. P.; FERNANDES, M. R. de M.; SILVA, E. F. da.; SOUZA, L. A. de.; AOZANI, T. S. (Org.). Tecnologia, Ciência e Extensão: como otimizar a produção florestal no Brasil? Alegre: CCA/UFES, 2015. p. 152-159. Disponível em: <http://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/1998/1/BRT-fitossociologiadasplantasinfestantesdosistemaconsorciadodecafeconilon-Dan.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2021.
- ESCHNER, A. R. Interception and soil moisture distribution. *In*: W.E. SOPPER, HULL, H.W. (Eds.), Int. Symp. For. Hydrol. Toronto: Pergamon Press, 1967, p. 191-200.

FANG, H.; LIANG, S. Leaf Area Index Models. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. **Encyclopedia of Ecology**, v. 1, p. 2139-2148, 2008. DOI 10.1016/B978-0-12-409548-9.09076-X.

FILHO, J. C. R. **Mensuração e modelagem da interceptação vegetal em microbacia perene de vertente**. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) – Programa de Pós-graduação em Solo e Água, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2018, 62 p. Disponível em: https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/923/1/JacquesCRF_DISSERT.pdf. Acesso em: 11 maio 2023.

FRAZER, G. W.; CANHAM, C. D.; LERTZMAN, K. P. **Gap Light Analyzer (GLA) Version 2.0**: Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, users manual and program documentation. New York, 1999, 36 p.

GURAV, M.; KUMAR, S.; KUSHALAPPA, C. G.; VAAST, P. Throughfall and Interception Loss in Relation to Different Canopy Levels of Coffee Agroforestry Systems. **International Journal of Environmental Sciences**, v. 1, n. 3, p. 145-149, 2012.

HOLSCHER, D.; KOHLER, L.; VAN DIJK, A. I. J. M.; BRUIJNZEEL, L. A. The importance of epiphytes to total rainfall interception by a tropical montane rain forest in Costa Rica. **Journal of Hydrology**, v. 292, p. 308-322, 2004.

HOLWERDA, F.; BRUIJNZEEL, L. A.; BARRADAS, V. L.; CERVANTES, J. The water and energy exchange of a shaded coffee plantation in the lower montane cloud forest zone of central Veracruz, Mexico. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 173, p. 1-13, 2013.

HORTON, R. E. **Rainfall interception**. New York: C. F. Brooks, 1919, p. 603-623.

YANG, B.; ZHANG, W.; MENG, X.; SINGH, A. K.; ZAKARIA, S.; SONG, L.; LIU, W. Effects of a funnel-shaped canopy on rainfall redistribution and plant water acquisition in a banana (*Musa spp.*) plantation. **Soil & Tillage Research**, v. 203, 2020.

JACKSON, N. A. Measured and modelled rainfall interception loss from an agroforestry system in Kenya. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 100, p. 323-336, 2000.

JARAMILLO, A. La lluvia y el transporte de nutrimentos dentro de ecosistemas de bosque y cafetales. *Cenicafe*. 2003, v. 54, p. 134-144.

JONCKHEERE, I.; FLECK, S.; NACKAERTS, K.; MUYS, B.; COPPIN, P.; WEISS, M.; BARET, F. Review of methods for in situ leaf area index determination Part I. Theories, sensors and hemispherical photography. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 121, p. 19-35, 2004.

JUNQUEIRA JUNIOR, J. A.; MELLO, C. R.; MELLO, J. M.; SCOLFORO, H. F.; BESKOW, S.; MCCARTER, J. Rainfall partitioning measurement and rainfall interception modelling in a tropical semi-deciduous Atlantic Forest remnant. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 275, p. 170-183, 2019. ISSN 0168-1923. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2019.05.016>. Acesso em: 27 jan. 2022.

LEVIA, D. F.; FROST, E. E. A review and evaluation of stemflow literature in the hydrological and biogeochemical cycles of forested and agricultural ecosystems. **Journal of Hydrology**, v. 274, p. 1-29, 2003.

MARIN, C. T.; BOUTENA, W.; SEVINK, J. Gross rainfall and its partitioning into throughfall, stemflow and evaporation of intercepted water in four forest ecosystems in western Amazonia. **Journal of Hydrology**, v. 237, p. 40-57, 2000.

MORAES, L.; SANTOS, R. K.; WISSER, T. Z.; KRUEK, R. A. Avaliação da área foliar a partir de medidas lineares simples de cinco espécies vegetais em diferentes condições de luminosidade. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre: v. 11, n. 4, p. 381-387, 2013.

NEVES, Y. P.; MARTINEZ, H. E. P.; SOUZA, C. M.; CECON, P. R. Teor de água e fertilidade do solo com cafeeiros cultivados em sistema agroflorestal. **Revista Árvore**, v. 31, n. 4, p. 575-588, 2007.

ONG, C. K.; SWALLOW, B. M. **Water productivity in forestry and agroforestry**. In: KIJNE, J. W.; BARKER, R.; MOLDEN, D. (Ed.). Water productivity in agriculture: limits and opportunities for improvement. Wallingford: CAB International, p. 217-228, 2003.

PADOVAN, M. P.; TAQUES, R. C.; MARQUES, N. B.; GRANGEIRO, L. P. P.; LAZZARINI, A. L.; CULIK, M. P.; VENTURA, J. A. An allometric model to estimate total leaf area of banana plants of the cultivar Vitória (AAAB). **Cienc. Rural**, v. 52, n. 10, 2022.

PADOVAN, M. P.; CORTEZ, V. J.; NAVARRETE, L. F.; NAVARRETE, E. D.; DEFFNER, A. C.; CENTENO, L. G.; MUNGUIA, R.; AGUIRREZ, M. B.; MENDOZA, S. V.; VEGA-JARQUÍN, C.; COSTA, A. N.; BROOK, R. M.; RAPIDEL, B. Root distribution and water use in coffee shaded with *Tabebuia rosea* Bertol. and *Simarouba glauca* DC. compared to full sun coffee in sub-optimal environmental conditions. **Agroforestry Systems**, v. 89, n. 5, 2015.

PARK, A.; CAMERON, J. L. The influence of canopy traits on throughfall and stemflow in five tropical trees growing in a Panamanian plantation. **Forest Ecology and Management**, v. 255, p. 1915-1925, 2008.

PEREZ-MARIN, A. M.; MENEZES, R.S.C. Ciclagem de nutrientes via precipitação pluvial total, interna e escoamento pelo tronco em sistema agroflorestal com *Gliricídia sepium*. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 32, n. 6, 2008.

PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. de. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo - 5a aproximação**. Vitória, ES: SEEA/Incaper/Cedagro, 2007. 305 p.

PUMARIÑO, L.; SILESHI, G. W.; GRIPENBERG, S.; KAARTINEN, R.; BARRIOS, E.; MUCHANE, M. N.; MIDEGA, C.; JONSSON, M. Effects of agroforestry on pest, disease and weed control: a meta-analysis. **Basic and Applied Ecology**, v. 16, n.7, p. 573-582, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Edmundo-Barrios/publication/281407768_Pumarino_et_al_2015_BAE_Agroforestry_and_pest_disease_and_weed_control-a-meta-analysis/links/55e5b93008aebdc0f58b65f0/Pumarino-et-al-2015-BAE-Agroforestry-and-pest-disease-and-weed-control-a-meta-analysis.pdf. Acesso em: 11 maio 2023.

RIBEIRO FILHO, J. C.; LEMOS FILHO, L.C.A.; SANTOS, J. C. N.; BRASIL, J.B.; PALÁCIO, H.A.Q. Partitioning of rainfall into throughfall, stemflow, and interception loss in the Brazilian Northeastern Atlantic Forest. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, v. 23, n. 1, p. 21-26, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi>. Acesso em: 27 jan. 2022.

ROCHA, M. R.; SOUZA, G.S.; SANTOS, G.A.; PEREIRA, L.L.; SOUZA, T.S.; FONSECA, A.L.C.C. Produtividade e qualidade de bebida do café conilon consorciado e a pleno sol. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA (SICT), 1., 2016, Venda Nova do Imigrante – ES. **Anais [...]** Incaper, 2016. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/2505/1/I-SICT-PIBIC-007.pdf>. Acesso em: 21 maio 2023.

RUTTER, A. J. Studies in the Water Relations of *Pinus Sylvestris* in Plantation Conditions I. Measurements of Rainfall and Interception. **Journal of Ecology**, v. 51, n. 1, p. 191-203, 1963.

RUTTER, A. J.; KERSHAW, K.A.; ROBINS, P.C.; MORTON, A.J. A predictive model of rainfall interception in forests, 1. Derivation of the model from observations in a plantation of Corsican pine. **Agricultural Meteorology**, v. 9, p. 367-384, 1971.

SCHROTH, G.; SILVA, L. F.; WOLF, M. A.; TEIXEIRA, W. G.; ZECH, W. Distribution of throughfall and stemflow in multi-strata agroforestry, perennial monoculture, fallow and primary forest in central Amazonia, Brazil. **Hydrological Processes**, v. 13, p. 1423-1436, 1999.

SILES, P.; VAAST, P.; DREYER, E.; HARMAND, J. M. Rainfall partitioning into throughfall, stemflow and interception loss in a coffee (*Coffea arabica* L.) monoculture compared to an agroforestry system with *Inga densiflora*. **Journal of Hydrology**, v. 395, p. 39-48, 2010.

SIRIRI, D.; WILSON, J.; COE, R.; TENYWA, M. M.; BEKUNDA, M.; ONG, C.; BLACK, C. R. Trees improve water storage and reduce soil evaporation in agroforestry systems on bench terraces in SW Uganda. **Agroforestry Systems**, v. 87, n. 1, p. 45-58, 2013.

SOUZA G. S.; DAN, M. L.; ARAÚJO J. B. S. Qualidade física do solo sob cafeeiro conilon consorciado e em monocultivo. **Coffee Science**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 180-186, 2016.

VENANCIO, L. P.; FILGUEIRAS, R.; MANTOVANI, E. C.; AMARAL, C. H.; CUNHA, F. F.; SILVA, F. C. S.; ALTHOFF, D.; SANTOS, R. A.; CAVATTE, P. C. Impact of drought associated with high temperatures on *Coffea canephora* plantations: a case study in Espírito Santo State, Brazil. Scientific reports. **Nature research**. DOI 10.1038/s41598-020-76713-y. 2020.

WATSON, D. J. Comparative physiological studies in the growth of field crops. I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. **Annals of Botany**, v. 11, p. 41-76, 1947.

XIAO, Q.; MCPHERSON, E. G.; USTIN, S. L.; GRISMER, M. E.; SIMPSON, J. R. Winter rainfall interception by two mature open-grown trees in Davis, California. **Hydrological Processes**, v. 14, p. 763-784, 2000.

ZHANG, W.; LIU, W.; LI, W.; ZHU, X.; CHEN, C.; ZENG, H.; JIANG, X.; SINGH, A. K.; YANG, B. **Characteristics of throughfall kinetic energy under the banana (*Musa nana* Lour.) canopy**: The role of leaf shapes. *Catena*, 2021. DOI 10.1016/j.catena.2020.104985.

ZWIEBACK, S.; CHANG, Q.; MARSH, P.; BERG, A. Shrub tundra ecohydrology: rainfall interception is a major component of the water balance. **Environ. Res. Lett.**, v.14, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab1049>. Acesso em: 27 jan. 2022.

CAPÍTULO 4

ANÁLISE DE CAFÉS CONILON CULTIVADOS EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS¹

Radigya Meyrelles Correia²

Paulo Roberto Filgueiras³

Valdemar Lacerda Jr.⁴

Wanderson Romão⁵

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo relata os resultados de novas metodologias analíticas propostas para observar as características de grãos de café conilon cultivados em sistemas agroflorestais (SAFs) e a pleno sol. As técnicas de análises utilizadas foram espectrometria de massas e análise sensorial. Os resultados com espectrometria permitiram a identificação dos compostos que podem ser responsáveis por distinguir as amostras cultivadas com diferentes espécies consorciadas nos SAFs.

O acoplamento dessas técnicas analíticas foi proposto por se mostrarem promissoras no controle de qualidade do café, apresentando vantagens, como análise no ponto de coleta, rapidez e confiabilidade analítica.

2 ANÁLISE SENSORIAL

Cinquenta amostras de café conilon (*Coffea canephora* ‘Robusta Tropical’) foram fornecidas pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper). As amostras foram obtidas na Unidade de Pesquisa Agroflorestal, implantada em janeiro de 2013, na Fazenda Experimental de Bananal do Norte (20°45 'S, 41°47' W e 146 m de altitude), pertencente ao Incaper, no Município de Cachoeiro de Itapemirim–ES, Brasil. Nessa unidade de pesquisa, são conduzidos cinco tratamentos, a saber: um com cafeeiro solteiro e os demais com cafeeiro em quatro diferentes consórcios, ou seja, com ingazeiro-de-metro, bananeira, gliricídia e palmeira-pupunha.

¹ Esta pesquisa foi publicada como artigo, anteriormente, por Correia *et al.* (2020).

² D.Sc. Química, Departamento de Química, Ufes, radigya_m.c@hotmail.com

³ Pós-Doutor em Química, Professor do Magistério Superior, Ufes

⁴ Pós-Doutor em Química, Professor e Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação, Ufes

⁵ D.Sc. Ciências, Professor e Diretor de Pesquisa, Pós-Graduação e Extensão, Ifes

Oito amostras foram coletadas durante o cultivo sob luz solar direta (pleno sol e monocultura). As 42 amostras restantes foram coletadas de quatro parcelas sombreadas por espécies diferentes, como segue: 8 amostras, ingá-de-metro (*Inga edulis*); 13 amostras, banana ('Japira', híbrido do grupo AAAB, das espécies *Musa acuminata* e *Musa balbisiana*); 10 amostras, gliricídia (*Gliricidia sepium*); e 11 amostras, pupunha (*Bactris gasipaes* 'Kunth'). As amostras foram submetidas à análise sensorial e posteriormente analisadas através das técnicas ESI-FT-ICR MS e MicroNIR.

As amostras foram preparadas no Laboratório de Análises Sensoriais de café do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes), *campus* Venda Nova do Imigrante, seguindo a metodologia da Uganda Coffee Development Authority (UCDA), de 2012. A torrefação foi conduzida utilizando a torrefadora Laboratto TGP-2 com o conjunto de discos Agron-SCA. O ponto de torrefação dessas amostras estava entre as cores atribuídas aos discos #65 e #55 para cafés especiais (SCA, 2014). O café foi torrado 24 horas antes da análise e a moagem ocorreu 8 horas após a torra. Os cafés foram moídos em moinho de discos (moinho da marca Bunn, modelo G3A HD). Utilizou-se uma peneira de malha 20 (US Standards) e constatou-se que de 70% a 75% das partículas apresentavam essa granulometria. Todas as amostras foram torradas por período de 9 minutos a 10 minutos, resfriadas, permanecendo lacradas, conforme metodologia de análise sensorial estabelecida pela UCDA, e a consistência do método de análise sensorial descritiva está relacionada às notas atribuídas às amostras.

Um painel de seis provadores de café, todos certificados como *Q-Graders* (profissional credenciado que avalia e testa a qualidade do café) treinados pela Coffee Quality Institute, realizaram análises sensoriais. A utilização de seis *Q-Graders* na análise sensorial foi proposta inicialmente por Pereira *et al.* (2018b) para reduzir a subjetividade da análise. Dez atributos foram avaliados (fragrância/aroma, sabor, sal/acidez, amargor/doçura, sensação na boca, equilíbrio, geral, gosto residual, uniformidade e xícara limpa), e a soma de todas as características sensoriais foi calculada e denotada como avaliação global.

A Tabela 1 mostra os valores médios (e desvio padrão), de acordo com os seis *Q-Graders*, para cada atributo sensorial analisado e a avaliação global. Os cafés que obtiveram os maiores valores na avaliação global eram de plantas cultivadas com gliricídia e bananeira. Ricci *et al.* (2013) analisaram a qualidade do café a pleno sol e consorciado com espécies de gliricídia e eritrina. No sistema sob luz solar direta, a temperatura média anual foi de 28,8 °C, 3 °C acima da recomendada para o cultivo do café conilon, enquanto no SAF com gliricídia, os valores se aproximaram do ideal, que está entre 22 °C e 26 °C (RICCI *et al.*, 2013). A temperatura pode afetar a maturação e frutificação dos grãos, resultando na perda da qualidade sensorial dos cafés (RICCI *et al.*, 2013). Em contrapartida, os cafés sob luz solar direta obtiveram a menor pontuação na avaliação geral entre todas as amostras analisadas.

Segundo dados obtidos pelo Incaper, a gliricídia e o ingá possuem critérios padronizados, como maior densidade foliar. Essas espécies são plantas comuns no consórcio por serem tolerantes à poda e permitirem uma regulação da sombra vantajosa para o café, visto que sob sombra excessiva, a produtividade tende a cair. Bosselmann *et al.* (2009) relataram que a sombra influencia a qualidade sensorial mais do que a altitude e a temperatura. Foi relatado

também que a composição química do café altera de acordo com as condições meteorológicas (JOEET *et al.*, 2010). As altas temperaturas, devido à exposição direta ao sol, impedem a translocação de alguns compostos químicos para os frutos, afetando sua qualidade sensorial (PEREIRA *et al.*, 2018a).

Pérez-Martínez *et al.* (2008) relacionaram a qualidade do café principalmente aos ácidos e açúcares presentes nas amostras. A Tabela 1 mostra que os maiores valores para os atributos acidez e doçura foram das amostras de café em SAF com gliricídia. O café cultivado sob luz solar direta obteve o segundo maior valor nesses dois atributos, em consonância com a bananeira, no atributo acidez. Esse resultado pode estar relacionado ao teor de cafeína, afetando a doçura/amargor da bebida. Delarozza *et al.* (2017) mostraram que, a partir de experimentos de planejamento fatorial usando dados sobre ácidos clorogênicos, açúcares totais, cafeína e lipídios, entre outros, os cafés expostos ao sol têm menos cafeína, o que pode, assim, afetar/aumentar as pontuações de atributos de doçura.

Tabela 1 – Resultados médios totais da análise sensorial dos cafés para os atributos (aroma, sabor, acidez, amargor/doçura, sensação na boca, equilíbrio, geral, gosto residual, uniformidade e xícara limpa) de acordo com os 6 Q-graders e avaliação global (adaptado de Correia *et al.*, 2020)

SAF	Aroma	Sabor	Acidez	Amargor/ Doçura	Sensação na boca
GLI	6.1(±0.2)	6.3(±0.5)	6.3(±0.5)	6.3(±0.6)	6.4(±0.7)
ING	6.2(±0.4)	6.3(±0.4)	6.1(±0.2)	6.1(±0.2)	6.0*
BAN	6.2(±0.3)	6.2(±0.3)	6.2(±0.3)	6.1(±0.2)	6.2(±0.3)
PUP	6.1(±0.2)	6.1(±0.2)	6.0*	6.0*	6.0*
PS	6.3(±0.3)	6.3(±0.3)	6.2(±0.3)	6.3(±0.3)	6.2(±0.3)

SAF	Equilíbrio	Geral	Gosto residual	Uniformidade	Xícara limpa	Avaliação global
GLI	6.3(±0.5)	6.4(±0.7)	6.3(±0.4)	10*	8.3(±4.1)	68.7
ING	6.2(±0.3)	6.2(±0.3)	6.1(±0.2)	10*	8.3(±4.1)	67.5
BAN	6.2(±0.3)	6.1(±0.2)	6.1(±0.2)	10*	8.3(±4.1)	67.6
PUP	6.0*	6.0*	6.0*	10*	3.3(±5.5)	61.5
PS	6.3(±0.3)	6.2(±0.3)	6.2(±0.3)	10*	3.3(±5.2)	63.3

*Não houve variação

Nota: GLI = gliricídia, ING = ingá, BAN = banana, PUP = pupunha e PS = pleno sol.

3 ESPECTROMETRIA DE MASSAS

Os grãos de café conilon usados para as análises foram coletados em 2017, nas quatro áreas de cultivo sombreadas e uma com luz solar direta. As análises ESI-FT-ICR MS foram realizadas em grãos crus inteiros e grãos crus moídos (para fins de comparação). Os grãos foram moídos em faca e moinho de bolas, de acordo com as instruções da Associação de Químicos Analíticos Oficiais (AOAC, 2016). Para essas análises, as amostras foram extraídas, por um dia, em 1 mL de

metanol. Para análises com MicroNIR (por refletância difusa), 1 g das amostras foi armazenado em um frasco. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

As análises de espectrometria de massas foram realizadas em um FT-ICR MS (Solarix 9.4 T, Bruker Daltonics, Bremen, Alemanha), com a fonte de ionização *electrospray* nos dois modos de ionização, positivo e negativo (ESI(±)). Para ambos os modos de ionização, foram utilizados 20 µL do extrato aquoso de amostras de café dopadas com 10 µL de padrão de glicose deuterada (d₇) e diluída para um volume total de 1 mL em uma solução de metanol. Antes da aquisição, o equipamento foi calibrado externamente com uma solução de arginina (CORREIA *et al.*, 2016; OLIVEIRA *et al.*, 2016).

O café é uma matriz de estudo complexa a ser analisada; por isso, é de grande importância investigar seu sistema metabólico por meio de técnicas analíticas confiáveis (BROWN *et al.*, 2005). Neste estudo, todas as espécies químicas detectadas apresentaram sinais com intensidade relativa (IR) superior a 1%; portanto, são significativos na composição química das amostras. As informações das espécies mais abundantes como os valores medidos de *m/z*, erro de massa (ppm), fórmula molecular e estruturas propostas descritas na literatura são mostradas nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2 – Espécies químicas abundantes nos espectros de ESI(-)FT-ICR MS em amostras de grãos café conilon inteiros e moídos

(continua)

Fórmula molecular [M - H] ⁻	m/z Experimen- tal	m/z Teórico	DBE	Erro (ppm)	Moléculas sugeridas	Referências	Café conilon (grãos)	
							Inteiros	Moídos
Ácidos graxos								
[C ₁₆ H ₃₀ O ₂ -H] ⁻	253,1736	253,21730	2	-0,23	Ácido palmitoleico	-		X
[C ₁₆ H ₃₂ O ₂ -H] ⁻	255,23305	255,23295	1	-0,22	Ácido palmítico	Garret <i>et al.</i> (2013a); Amorim <i>et al.</i> (2009)		X
[C ₁₈ H ₃₂ O ₂ -H] ⁻	279,23308	279,23295	3	-0,45	Ácido linoleico	Garret <i>et al.</i> (2013a); Amorim <i>et al.</i> (2009)	X	X
[C ₁₈ H ₃₄ O ₂ -H] ⁻	281,24869	281,24860	2	-0,14	Ácido oleico	Garret <i>et al.</i> (2013a)		X
[C ₁₈ H ₃₆ O ₂ -H] ⁻	283,26432	283,26425	1	-0,25	Ácido estearico	Garret <i>et al.</i> (2013a); Correia <i>et al.</i> (2016)		X
[C ₁₈ H ₃₂ O ₃ -H] ⁻	295,227806	295,22787	3	-0,64	Ácido coriólico	Babudri <i>et al.</i> (2000)	X	X

(conclusão)

Fórmula molecular [M - H] ⁻	m/z Experimen- tal	m/z Teórico	DBE	Erro (ppm)	Moléculas sugeridas	Referências	Café conilon (grãos)	
							Inteiros	Moídos
Ácidos clorogênicos								
[C ₁₆ H ₁₈ O ₉ -H] ⁻	353,0879	353,08781	8	0,06	Ácido cafeoil- quínico	Clifford <i>et al.</i> (2006); Garret <i>et al.</i> (2013a)	X	X
[C ₁₇ H ₂₀ O ₉ -H] ⁻	367,10364	367,10346	8	-0,18	Ácido feru- loilquínico	Clifford <i>et al.</i> (2006); Garret <i>et al.</i> (2013a)	X	X
[C ₂₅ H ₂₄ O ₁₂ -H] ⁻	515,11981	515,11950	14	0,07	Ácido dica- feoilquinico	Clifford <i>et al.</i> (2006); Garret <i>et al.</i> (2013a)	X	X
Padrão interno								
[C ₆ H ₅ D ₇ O ₆ -H] ⁻	186,10005	186,10005	1	-0,01	Glicose deuterada	Ogawa <i>et al.</i> (2018)	X	X
[C ₆ H ₅ D ₇ O ₆ +Cl] ⁻	222,07678	222,07673	1	0	[M + Cl] ⁻ com M= molécula neutra de glicose deuterada	Ogawa <i>et al.</i> (2018)	X	X
[C ₁₂ H ₁₀ D ₁₄ O ₁₂ -H] ⁻	373,20757	373,20737	2	-0,18	[2M - H] ⁻ com M= molécula neutra de glicose deuterada	Oliveira <i>et al.</i> (2016); Ogawa <i>et al.</i> (2018)	X	X
[C ₂₂ H ₃₇ D ₇ O ₈ -H] ⁻	442,34043	442,34028	1	-0,34	Glicose deuterada e ácido palmitico	-	X	X
[C ₂₂ H ₂₃ D ₇ O ₁₅ -H] ⁻	540,19542	540,19542	9	-0,15	Glicose deuterada e ácido cafeoil- quínico	-	X	X
[C ₂₃ H ₂₅ D ₇ O ₁₅ -H] ⁻	554,21131	554,21131	9	-	Glicose deuterada e ácido feru- loilquínico	-	X	X

Fonte: Adaptado de Correia *et al.* (2020).

Tabela 3 – Espécies químicas abundantes nos espectros de ESI(+)FT-ICR MS em amostras de grãos café conilon inteiros e moídos

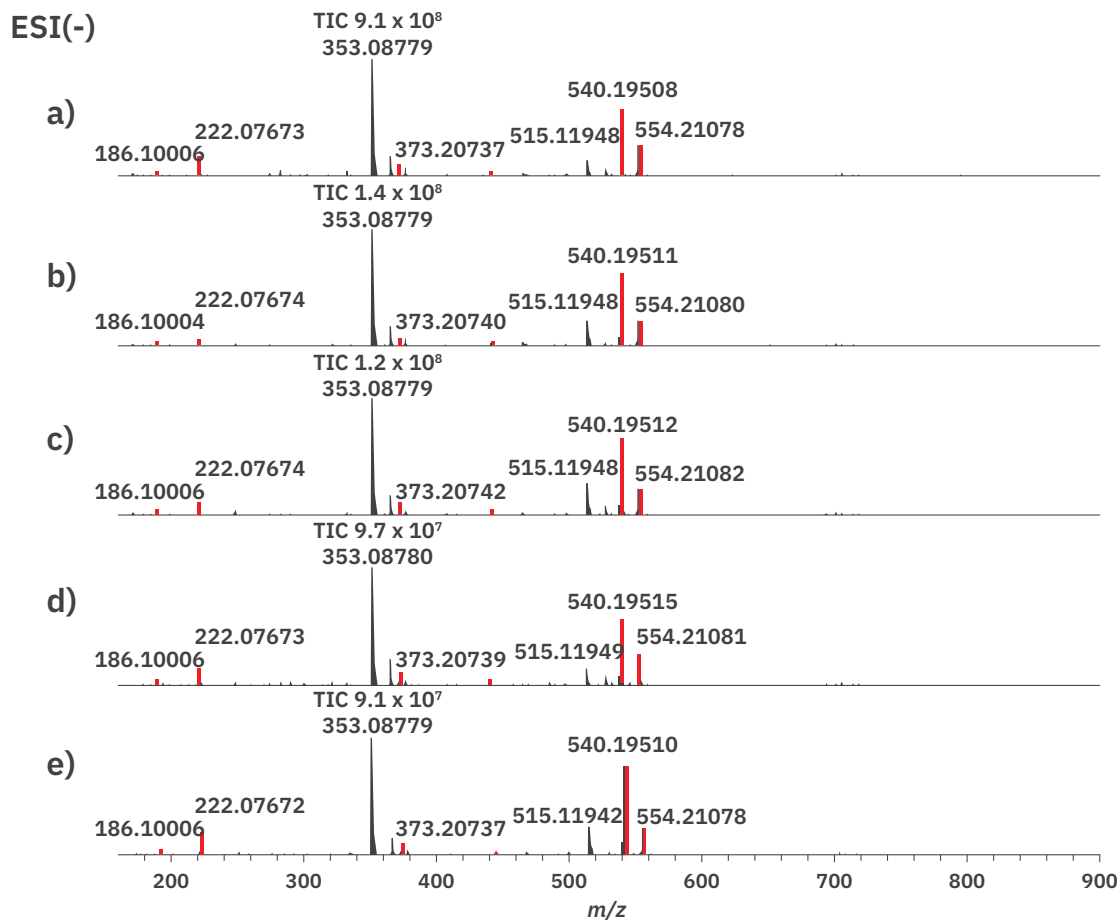
Fórmula Empírica [M + H] ⁺	m/z Experimental	m/z Teórico	DBE	Erro de massa	Estrutura proposta	Literatura	Café conilon (grãos)	
							Inteiros	Moídos
Ácidos clorogênicos								
[C ₂₁ H ₄₂ O ₄ +K] ⁺	397,27149	397,27147	0.5	-0,05	p-Coumaroil tirosina ou cafeoilfeni- lalanina	Farah <i>et al.</i>	X	X
Açúcares								
[C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ +K] ⁺	381,07941	381,07937	2	-0,33	Sacarose	Garret <i>et al.</i> (2013b); Amorim <i>et al.</i> (2009)	X	X
Padrão interno								
[C ₆ H ₅ D ₇ O ₆ +Na] ⁺	210,09656	210,09655	0.5	-0,05	[M + Na] ⁺ com M= molécula neutra de glicose deuterada	-	X	X
[C ₆ H ₅ D ₇ O ₆ +K] ⁺	226,07049	226,07048	0.5	-0,01	[M + K] ⁺ com M= molécula neutra de glicose deuterada	-	X	X

Fonte: Adaptado de Correia *et al.* (2020).

A Figura 1a-j mostra os espectros de massas por ESI(+) e ESI(-) de amostras dos grãos inteiros em função do cultivo: (a e f) pleno sol e em consórcios; (b e g) gliricídia; (c e h) ingá; (d e i) pupunha; e (e e j) banana. Neste estudo, todas as amostras de café foram dopadas com um padrão interno de glicose deuterada, para identificar possíveis interferências instrumentais (KARUNA *et al.*, 2009) e como parâmetro analítico, uma vez que a concentração do padrão é conhecida. No modo de ionização negativo, ESI(-) (Figura 1a-e), o dopante (destacado em vermelho) foi detectado (Tabela 3) em sua forma desprotonada, *m/z* 186, bem como na forma de dímero, *m/z* 373, e ligado a outros compostos, como ácido pirúvico, *m/z* 274; lactato, *m/z* 276; ácido palmítico, *m/z* 442; ácido linoleico, *m/z* 466; ácido esteárico, *m/z* 470; ácido cafeoilquínico, *m/z* 540; sacarose, *m/z* 528; ácido feruloilquínico, *m/z* 554; e ácido dicafeoilquínico, *m/z* 702. O dopante também foi encontrado como um aduto de cloro em *m/z* 222. No modo positivo de ionização, ESI(+) (Tabela 4) o dopante foi detectado em *m/z* 210 e 226 como um aduto de sódio e potássio, respectivamente, de *m/z* 397 e 413 na forma de dímeros.

Os principais ácidos clorogênicos presentes nas amostras de café também foram identificados por ESI(-) (Figura 1a-e): cafeoil tirosina, m/z 342; ácido cafeoilquínico, m/z 353; ácido feruloilquínico, m/z 367; ácido dicafeoilquínico, m/z 515; e ácido feruloil-cafeoilquínico, m/z 529. Os compostos derivados do açúcar foram identificados em ambos os modos de ionização (ESI($\pm$)). No modo negativo, por ESI(-) (Figura 5 a-e), foi encontrado também a glicose em m/z 215; ácido láctico e ácido cafeoilquínico, com aduto de sacarose, m/z 431 e m/z 695, respectivamente; e cinamosida, m/z 553, com aduto de cloro. Garrett *et al.* (2013) apontaram que a análise multivariada indicou que o íon de m/z 695 foi importante para distinguir os diferentes cultivares de café arábica (Catuaí e Sarchimor). No modo positivo, por ESI(+), apenas a sacarose foi identificada, íon de m/z 381.

No modo de ionização negativo, por ESI(-), ácidos graxos também foram encontrados, como ácidos quínico, glucônico, linoleico, coriólico, p-coumaroilquínico e beênico, íons de m/z 191, m/z 195, m/z 279, m/z 295, m/z 337 e m/z 339. O íon de m/z 295, denominado ácido coriólico, nunca foi relatado como um composto presente em amostras de café, mas foi encontrado por Babudri (2000) como um metabólito do ácido linoleico em plantas como arroz.



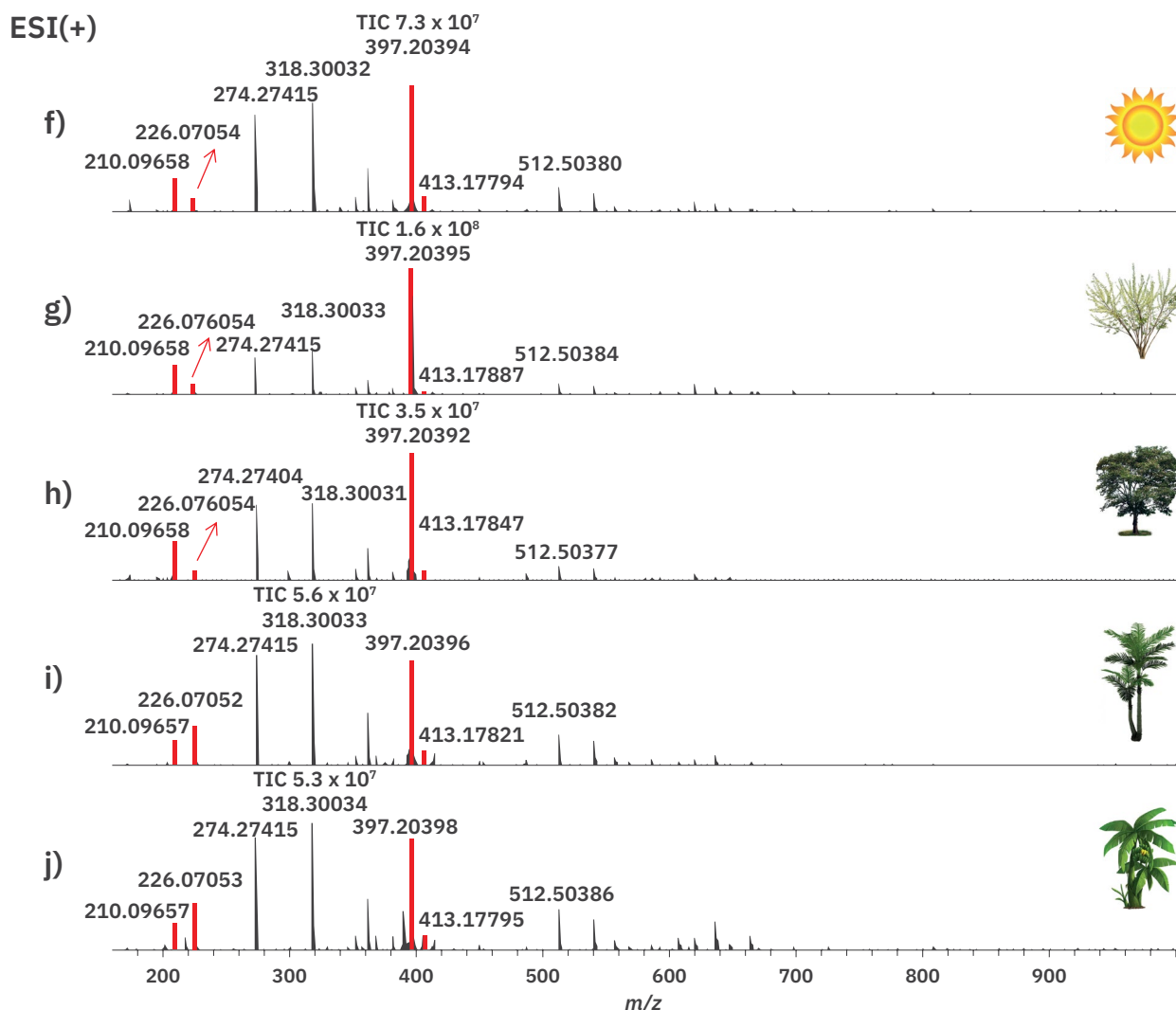


Figura 1 – Espectros de massas de grãos de café conilon analisados em função do cultivo: a, f) luz solar direta e de diferentes SAFs; b, g) gliricídia; c, h) ingá; d, i) pupunha; e, j) bananeira. Análises realizadas no modo de ionização negativo (ESI(-)) a-e, e modo de ionização positivo (ESI(+)) f-j.

Fonte: Adaptado de Correia *et al.* (2020).

Para comparar a sensibilidade da técnica de ESI($\pm$) FT-ICR MS, analisando o perfil químico das amostras de café, o efeito da moagem também foi avaliado, em ESI(-) (Figura 2a-e) e ESI(+) (Figura 2f-j) em amostras de plantas cultivadas a pleno sol (Figura 2a, f) e em diferentes SAFs: gliricídia (Figura 2b, g), ingá (Figura 2c, h), pupunha (Figura 2d, i) e bananeira (Figura 2e, j). Nas amostras moídas, foi detectado um maior número de compostos e com maior intensidade do que nos grãos inteiros (Figura 2). Para ESI(-), 30 compostos foram observados em grãos inteiros e 55 compostos com IR > 1% em grãos moídos enquanto que em ESI(+) foram identificados 11 compostos para grãos inteiros e 22 para moídos. Os espectros de massas FT-ICR para amostras de café moído (Figura 2) mostraram que o processo de extração foi mais eficiente

para amostras moídas, provavelmente devido a uma maior área de superfície. Garrett *et al.* (2013) identificaram 20 compostos por ESI(-) em amostras de café moído, incluindo compostos fenólicos, lipídicos e diterpênicos. Garrett, Rezende e Ifa (2013) compararam os resultados com a fonte de ionização *paper spray* (os-MS) e grãos com corte transversal. Eles observaram um aumento na IR dos sinais detectados. Clifford *et al.* (2003) também reduziram os tamanhos das amostras, aumentando sua área superficial, e identificaram cinco ácidos clorogênicos (ACG) e seus isômeros, identificando 18 compostos por cromatografia líquida (CL) acoplada a MS.

Dessa maneira, a moagem da amostra resulta em um maior número de sinais identificados e, conseqüentemente, maior probabilidade de se encontrar compostos endógenos úteis para o estudo de mudanças na composição química ao longo do desenvolvimento do grão. Garrett *et al.* (2013) consideraram que os compostos principais para distinguir a origem do café são os açúcares, mais precisamente, os íons de m/z 219 (glicose) e de m/z 381 e m/z 365 (sacarose). Já para Lemos *et al.* (2020), os íons trigonelina, açúcares e ácidos clorogênicos, como o ácido cafeoilquínico, foram significativos nos modelos de PCA para identificar genótipos de café. Os autores também relataram que o ácido quínico não é considerado adequado para distinguir espécies e genótipos de café, por ser comumente encontrado em todos os frutos em concentrações similares.

Os ácidos graxos são outra classe de compostos importantes na produção de café. Neste estudo, 14 moléculas foram identificadas. Alguns estudos associam a qualidade da bebida, por exemplo, ao ácido esteárico (FIGUEIREDO *et al.*, 2015) e ao ácido palmítico (FIGUEIREDO *et al.*, 2015; PEREIRA *et al.* 2020). Bertrand *et al.* (2008) demonstraram que houve variação no teor de ácido linoleico, assim como de outros ácidos graxos, sugerindo que essa classe de compostos pode ser valiosa na identificação de variedades e origens. Além disso, os ácidos graxos são essenciais para a formação de ésteres responsáveis pelo sabor do produto final (bebida) (ZHANG *et al.*, 2014).

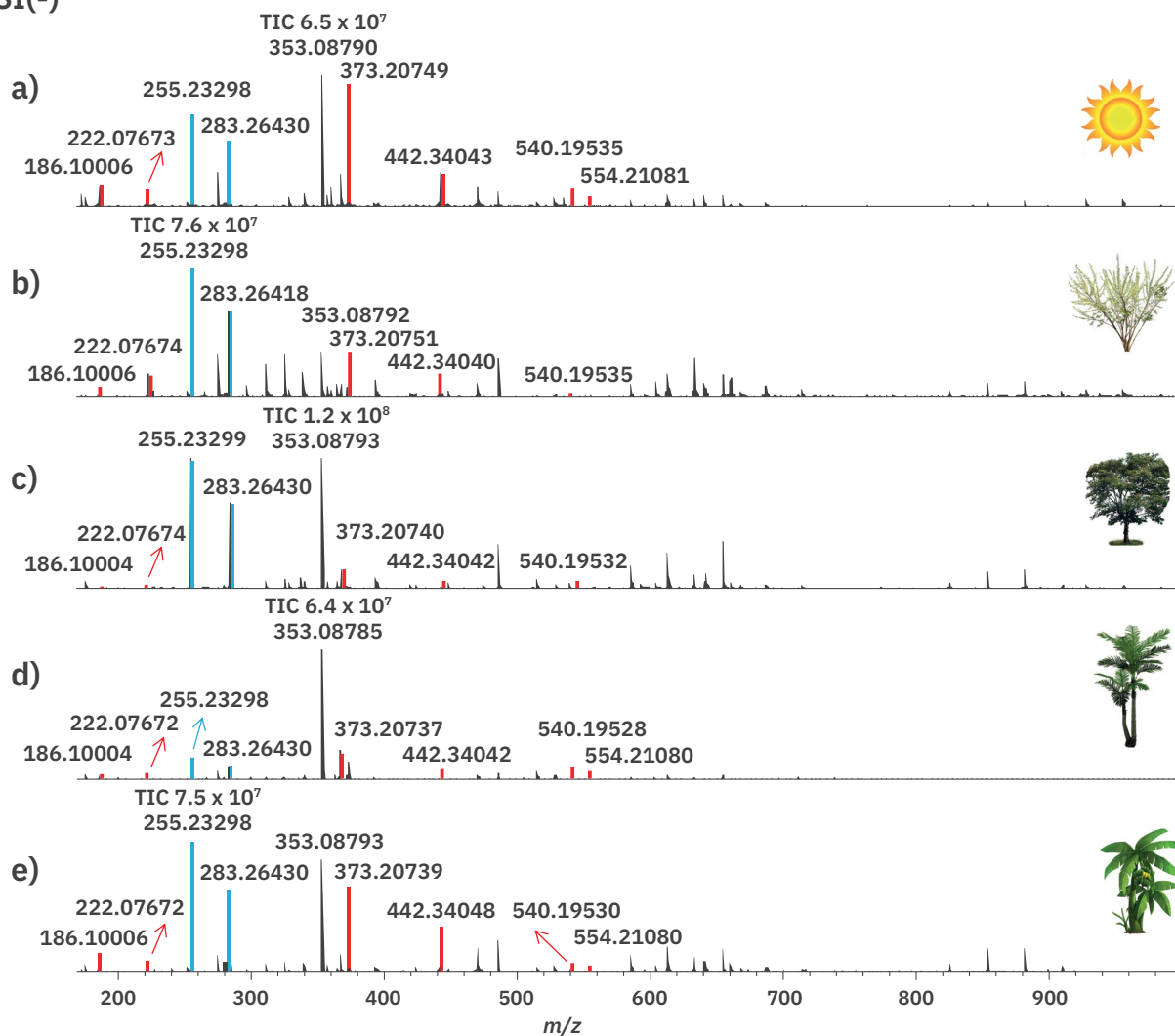
Ao comparar os resultados ESI(-) para os grãos inteiros (Figura 1a-e) e moídos (Figura 2a-e), observa-se que: na análise de grãos inteiros (Figura 1a-e), os ácidos clorogênicos, principais compostos fenólicos em amostras de cafés, suprimiram a maioria dos sinais detectados. Esse resultado pode estar relacionado ao maior teor desses compostos nas amostras de café. Os ácidos graxos de menor peso molecular, os ácidos palmítico e esteárico (destacados em azul), e o ácido linoleico estão entre os principais compostos com valores de IR alterados.

Os ácidos graxos específicos suprimidos nas amostras de grãos inteiros (Figura 5a-e), mas detectados após o processo de moagem (Figura 2a-e), incluem ácido mirístico, íon $[C_{14}H_{28}O_2-H]^-$ de m/z 227; ácido pentadecanoico, $[C_{15}H_{30}O_2-H]^-$ íon de m/z 241; ácido palmitoleico, $[C_{16}H_{30}O_2-H]^-$ de m/z 253; ácido palmítico, $[C_{16}H_{32}O_2-H]^-$ íon de m/z 255; ácido oleico, $[C_{18}H_{34}O_2-H]^-$ íon de m/z 281; ácido araquídico, $[C_{20}H_{40}O_2-H]^-$ íon de m/z 311; Coumaroil tirosina ou cafeoil fenilalanina, $[C_{18}H_{17}NO_5-H]^-$ íon de m/z 326; 2-palmitoilglicerol, $[C_{19}H_{38}O_4-H]^-$ íon de m/z 329; e gliceril 1-lactato 2,3 palmitato, $[C_{38}H_{72}O_7-H]^-$ íon de m/z 639, que também foi detectado com aduto de cloro; gliceril 1,3-palmitoestearato, $[C_{37}H_{72}O_5 + Cl]^-$ íon de m/z 631.

O composto mais abundante nas amostras de café conilon de SAF sombreado com gliricídia (Figura 2b) foi o ácido palmítico (destacado em azul), íon de m/z 255, resultando na diminuição

da IR do padrão, íon de m/z 373. Esses cafés alcançaram as maiores pontuações de acidez na análise sensorial (Tabela 2). Nos espectros de grãos moídos (destacados em verde), o íon de m/z 381, dímero de sacarose com aduto de potássio em ESI(+), teve a menor IR em função do padrão interno de m/z 226 em amostras em SAF com pupunha (Figura 2f-j). Esse resultado é corroborado pelos dados da análise sensorial em que o menor grau de doçura foi atribuído aos cafés desse consórcio.

ESI(-)



ESI(+)

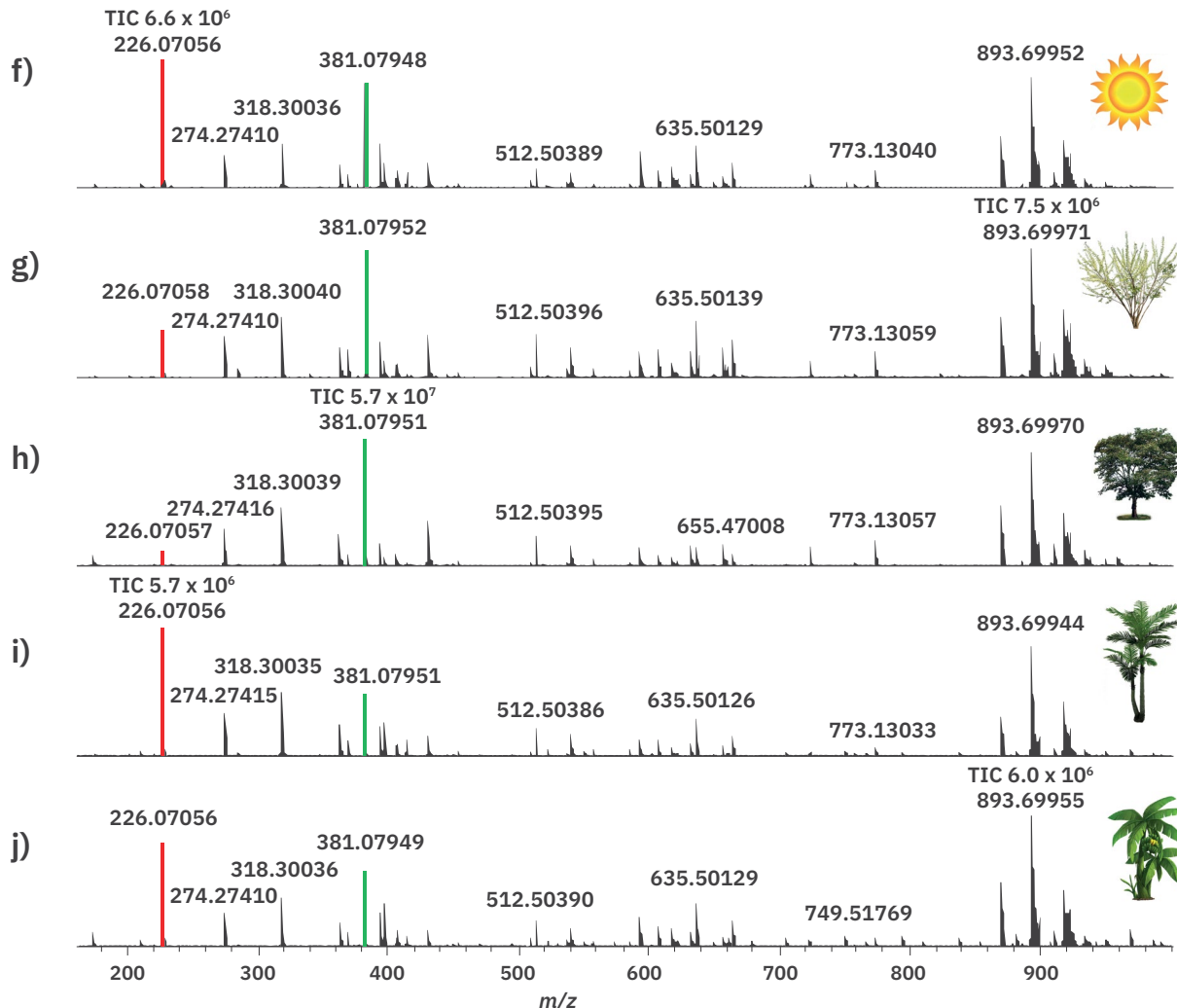


Figura 2 – Espectros de massas dos grãos moídos de café conilon em função do cultivo: a, f) luz solar direta e de diferentes SAFs; b, g) gliricídia; c, h) ingá; d, i) pupunha; e, j) bananeira. Análises realizadas no modo de ionização negativo (ESI(-)) a-e, e modo de ionização positivo (ESI(+)) f-j.

Fonte: Adaptado de Correia *et al.* (2020).

Um modelo de PCA foi construído usando espectros de massas, ESI($\pm$)FT-ICR, para os grãos crus inteiros (Figura 3a-b) e grãos crus moídos (Figura 3c-d). O discriminante de Fischer foi aplicado ao espectro de massas para eliminar informações que não contribuem na discriminação de café conilon cultivado em diferentes SAFs. Portanto, a maior diferença média entre a IR dos sinais nos espectros de massas e a menor variância corresponde a um valor calculado de discriminante de Fischer mais alto.

A Figura 3a-b mostra o gráfico de *loads* para as amostras de grãos crus inteiros. Para ESI(-) e ESI(+), as três primeiras PCs explicam 74,38% e 39,72%, respectivamente. Uma discriminação

menos eficiente com base nos diferentes tipos de SAFs, das amostras por ESI(-), foi observada. Por outro lado, pelo ESI(+), houve uma ligeira distinção na PC1 das amostras de café cultivadas em SAF com banana em comparação com aquelas cultivadas com as outras amostras consorciadas.

Na Figura 3c-d é mostrado o gráfico de *loads* ($PC1 \times PC2 \times PC3$) para amostras de café moído. As três PCs descrevem 23,13% e 79,77% da variância total para análises ESI(-) (Figura 3c) e ESI(+) (Figura 3d), respectivamente. Para os dados do ESI(-) (Figura 3c), três grupos foram formados, consistindo nas amostras (i) café cultivado sob luz solar direta, (ii) café cultivado com banana e (iii) café cultivado com pupunheira, ingá e gliricídia.

Vários trabalhos citam as vantagens do cultivo das duas últimas safras sobre o café e/ou outros cultivos. Paulino *et al.* (2009) cultivaram manga e graviola em SAFs com gliricídia, feijão-guandu e crotalaria, e observaram que a gliricídia tinha 80% de fixação de nitrogênio (N) no solo – a maioria de todas as culturas testadas – capaz de contribuir com a quantidade de aproximadamente 100 kg ha⁻¹ a 300 kg ha⁻¹ de N por ano. Além disso, a densidade da cobertura no SAF com gliricídia e ingá é maior, exigindo duas podas por ano para atingir níveis de sombra mais baixos (entre 30% e 40%). A redução da amplitude térmica deve-se ao aumento da densidade foliar (PEREIRA *et al.*, 2018a). Ricci *et al.* (2013) relataram que a radiação excessiva e as altas temperaturas, características dos sistemas a pleno sol, podem resultar em maior aporte de nutrientes nos cafeeiros, além de saturar o processo fotossintético da planta, reduzindo assim a longevidade da cultura. Esses autores também descobriram que as temperaturas médias em SAFs com gliricídia e eritrina eram de aproximadamente 26,2 °C e 26,8 °C, respectivamente. Valores esses que estão próximos da temperatura recomendada para o cultivo de café. Esses resultados demonstram a eficiência de gliricídia e ingá como componentes em SAFs.

A espécie pupunheira como componente do SAF é excluída economicamente pelos agricultores (BRUM, 2007). Essa espécie não foi relatada na literatura como fator de qualidade em consórcios. No entanto, produziu resultados semelhantes na composição do café (Figura 3c) àqueles consorciados com ingá e gliricídia, de acordo com os espectros ESI(-).

No modelo PCA, construído com os dados obtidos por ESI(+) das amostras moídas de café (Figura 3d), houve uma modesta tendência de agrupamento em PC1. Na região $PC1 < 0$ estão as amostras cultivadas com banana e luz solar direta, enquanto na região $PC1 > 0$ houve uma sutil tendência de aglomeração entre as amostras de café consorciadas com gliricídia e ingá. Em geral, as amostras moídas produziram um maior número de sinais e/ou IR, ou seja, maior disponibilidade de variáveis (Figura 2). Portanto, foi possível observar melhores resultados por meio do modelo PCA (Figura 3c).

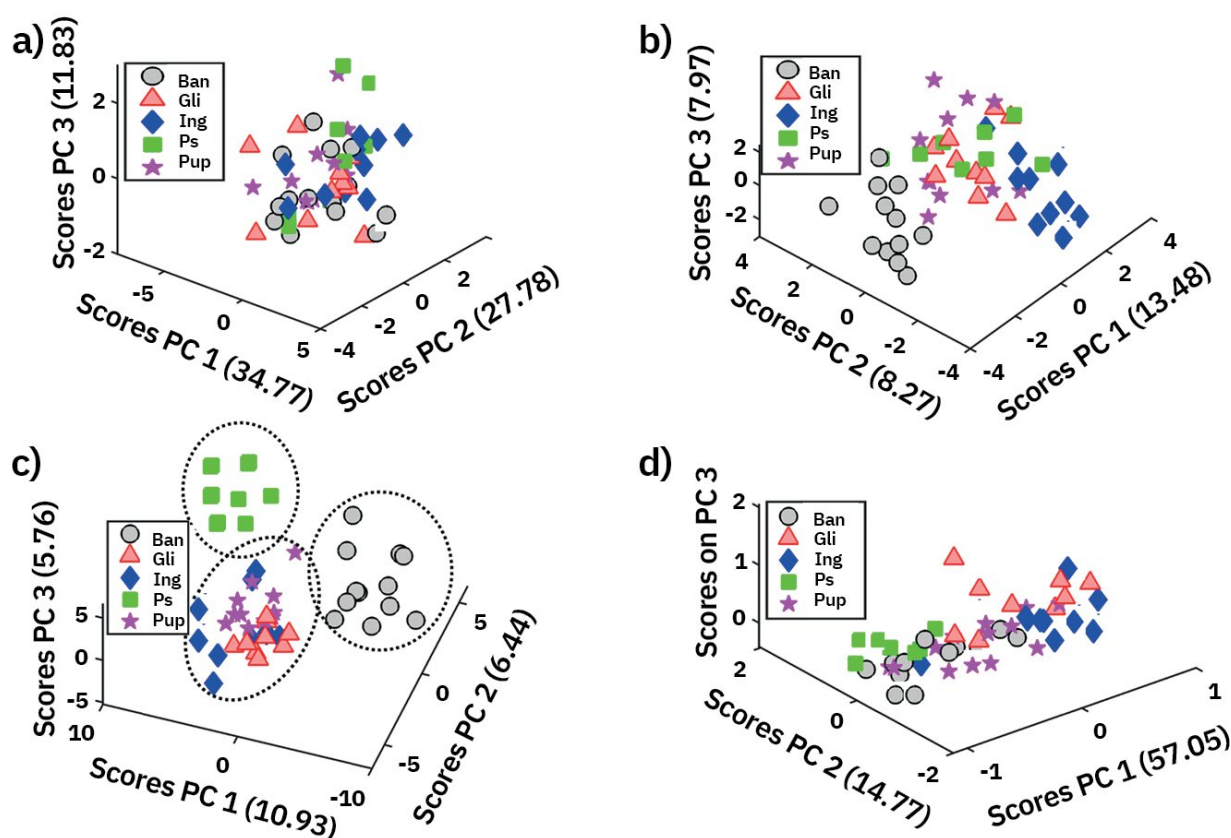


Figura 3 - Gráfico de *loads* dos modelos PCA construídos com as análises dos grãos inteiros por: a) ESI(-) e b) ESI(+); e grãos moídos de café conilon em função dos diferentes SAFs por: c) ESI(-) e d) ESI(+).

Fonte: Adaptado de Correia *et al.* (2020).

O modelo PCA, através dos espectros de massas por ESI(-), permitiu também identificar os compostos mais relevantes para a discriminação das amostras. Os principais compostos presentes nas amostras de café são os ácidos clorogênicos, principalmente as formas deprotonadas (ácido cafeoilquínico, m/z 353, e ácido feruloilquínico, m/z 367) (GARRETT *et al.*, 2012; CORREIA *et al.*, 2016). No entanto, os íons com a maior variância para todas as três PCs tiveram valores de massa de 450 Da a 900 Da. Portanto, os ácidos clorogênicos não foram significativos para a construção do modelo, pois apresentaram IR semelhante por ESI(-) em todas as amostras (Figura 2a-e).

Para elucidar a estrutura dos compostos que foram significativos para a construção do modelo PCA com dados ESI(-) de amostras de café moído, experimentos de dissociação induzida por colisão (em inglês, *collision-induced dissociation* - CID) foram realizados para íons de m/z 466, 609, 637, 652 e 833 (Figura 4a-e). Para os experimentos de MS/MS, a janela do quadrupolo foi fechada no intervalo de 1 Da, ou seja, $m/z_{\text{selecionado}} \pm 1$ e o gás de colisão utilizado

foi N. O tempo de acumulação de íons foi aumentado de 0,02 s para 1 s a fim de elevar o número de íons na célula de ICR (analisador FTMS) (OLIVEIRA *et al.*, 2016; OGAWA *et al.*, 2018).

Os compostos significativos para a construção do modelo foram principalmente adutos formados por ácidos clorogênicos (m/z 353, 367 e 515), com os ácidos graxos linoleico (m/z 279), esteárico (m/z 284) e ácido palmítico (m/z 256), respectivamente. Clifford, Johnston e Knight (2003), Clifford *et al.* (2006) e Garrett *et al.* (2012) mostraram que os ácidos clorogênicos estão entre os compostos polares mais abundantes nas amostras de café, contendo pelo menos 18 compostos diferentes. Segundo Muschler (2001), o sombreamento afeta o amadurecimento dos frutos, tornando essa fase mais lenta. Portanto, os cafés com luz solar direta ou com baixo nível de sombreamento (consorciados, como neste caso, com banana e pupunha) sofrem de maturação precoce, um dos fatores responsáveis pela perda da qualidade do café devido ao seu efeito no metabolismo do ácido clorogênico.

Anteriormente, nenhuma estrutura química havia sido sugerida para o íon de m/z 833, proposto na Figura 4, embora Garrett *et al.* (2013) mostraram que esse íon foi significativo para distinguir as espécies de café.

Os outros sinais não foram identificados através dos experimentos CID. No entanto, de acordo com Arya e Rao (2007) e Clarke e Vitzthum (2001), os compostos com altos valores de massa em amostras de café podem ser associados aos carboidratos.

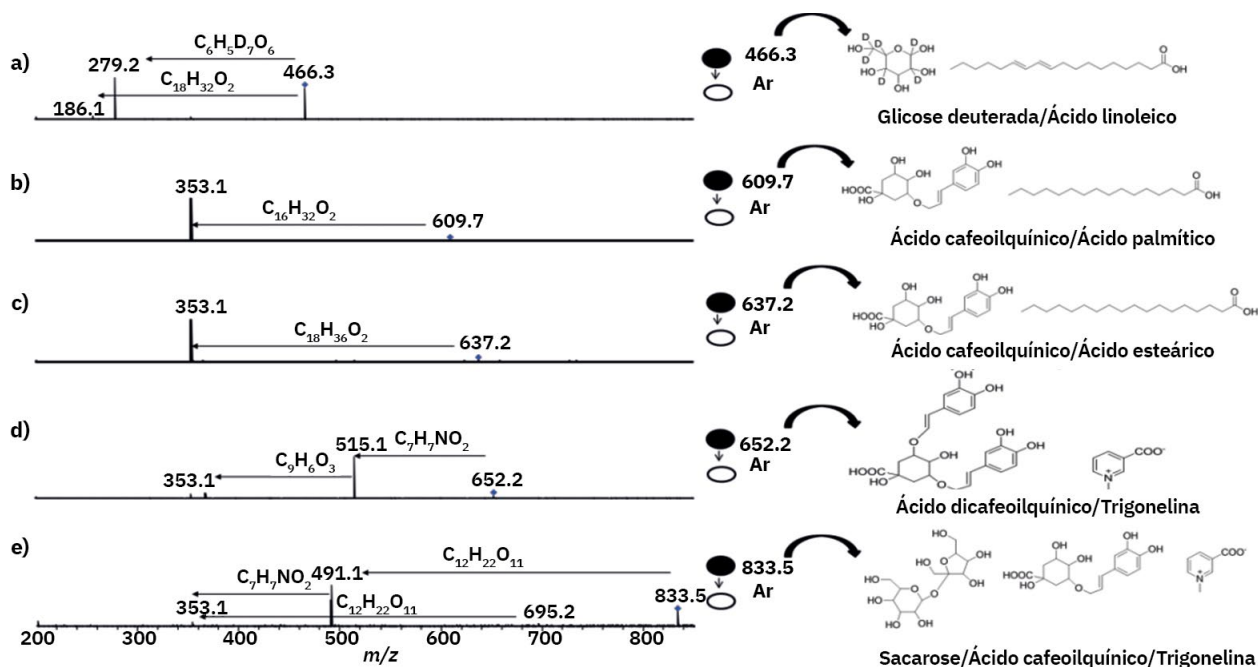


Figura 4 – Espectros de ESI(-)MS/MS dos íons: a) m/z 466, b) m/z 609, c) m/z 637, d) m/z 652, e) m/z 833, e suas respectivas estruturas.

Fonte: Adaptado de Correia *et al.* (2020).

Outro íon presente possui m/z 683, e foi identificado por Tsukui *et al.* (2015) como dímero de sacarose $[2M-H]^-$; e o íon de m/z 695 $[C_{28}H_{40}O_{20}-H]^-$ caracterizado como um ácido cafeoilquínico e aduto de sacarose. Os açúcares costumam qualificar o café, de acordo com Delarozza *et al.* (2017), e o café arábica é único devido ao seu alto teor de carboidratos em comparação com o café conilon. Amorim *et al.* (2009) relataram que açúcares e ácidos clorogênicos são essenciais para obter um resultado de teste de xícara excelente.

4 MICRONIR

A análise MicroNIR foi realizada usando o equipamento microNIR miniatura Pro1700 da Viavi Solutions Inc., anteriormente JDSU Corporation, Santa Rosa, CA e do *software* Viavi Solutions Inc v. 2.1. Os espectros de MicroNIR foram adquiridos na faixa de 1676 nm a 908 nm, com 400 varreduras, tempo de integração de 14,1 ms, 125 pontos por varredura e aumento de 6,20 nm de um ponto para o ponto subsequente, totalizando um tempo de medição de aproximadamente 5,6 s. A fonte de radiação foram duas lâmpadas de tungstênio ($\varnothing = 4$ mm) conectadas a um filtro linear variável (LVF) usado como elemento dispersivo (CORREIA *et al.*, 2018). Foram usados grãos crus moídos para as análises.

A Figura 5a mostra os espectros NIR portáteis obtidos após a aplicação da primeira derivada. Esse pré-processamento corrige a linha de base dos espectros e, conseqüentemente, realça as diferenças nos resultados das amostras. Bandas são observadas nas regiões de 900–1000, 1100–1200, 1350–1500 e 1500–1600 nm. Workman e Weyer (2008) atribuíram essas bandas aos sobretons das ligações CH e OH, relacionados principalmente a carboidratos, álcoois, água e ácidos clorogênicos. Ribeiro *et al.* (2011) demonstraram que as regiões entre 1400 nm e 1600 nm estão relacionadas a açúcares, cafeína, sacarose e ácidos clorogênicos. Possivelmente, a maior intensidade de banda de 1350 nm a 1500 nm se deve aos compostos mais abundantes nas amostras de café, os ácidos clorogênicos, uma vez que a resposta obtida por espectroscopia NIR é diretamente proporcional à concentração de analito na amostra (PAVIA *et al.*, 2015).

Com relação à banda larga na região de 1500 nm a 1600 nm, Maruo *et al.* (2003) indicaram que caracteriza o grupo OH de glicose e outros açúcares. A partir disso, é possível correlacionar essa região como um indicador de açúcares nas amostras. O café conilon tem entre 6% e 11,5% de açúcares solúveis, incluindo glicose (DURÁN *et al.*, 2017).

5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O *software* Matlab 7.0 (R2013a) foi usado para construir os modelos análise de componentes principais (PCA). A análise de componentes principais é uma técnica estatística não supervisionada usada para reduzir a dimensionalidade do conjunto de dados. Um dos objetivos do PCA é encontrar relações entre os objetos de estudo por meio de agrupamentos (WOLD, 1987).

As matrizes foram construídas com dados FT-ICR MS nos modos de ionização da fonte positivo ESI(+) e negativo ESI(-), para as 50 amostras de café conilon em grãos crus inteiros e moídos. Devido à quantidade de informações das amostras analisadas, as matrizes foram submetidas a um pré-processamento (remoção de ruído, *Standard Normal Variate* (SNV) e centrar na média). Inicialmente, a remoção de ruído foi aplicada ao conjunto da matriz, obtendo-se espectros com 97,3% das IRs dos sinais. Posteriormente, a discriminante de Fischer (LOVATTI *et al.*, 2020) foi aplicada, obtendo 91% das informações do espectro no intervalo de m/z 154-1000. A análise discriminante de Fischer forneceu informações sobre as variáveis com maior potencial para discriminar grupos de amostra. Valores superiores indicam uma variável mais relevante. Antes da construção do modelo PCA, um pré-tratamento foi aplicado ao conjunto de dados: SNV e centrado na média. Após a construção do modelo PCA, a matriz foi decomposta e os *loads* e *scores* foram gerados.

Todos os espectros MicroNIR foram inicialmente pré-processados usando a primeira derivada pelo algoritmo Savitzky–Golay (SAVITZKY; GOLAY, 1964) com um polinômio de segunda ordem e uma janela de 7 pontos. O modelo PCA foi construído com 50 amostras de café em diferentes SAFs, produzindo uma matriz X (150 × 125), em que o número de réplicas utilizadas foram $n = 3$ (o que significa que as análises foram realizadas em triplicata).

Na construção do modelo PCA para amostras de café cultivadas em diferentes SAFs, foram usados as três primeiras PCs (Figura 6b), que totalizaram 89,67% da variância total explicada. Semelhante aos dados do ESI(±) (Figura 1), houve agrupamento de amostras cultivadas com ingá e gliricídia na região de $PC1 < 0$. No entanto, não houve agrupamento das amostras de café conilon consorciado com pupunha com o agrupamento Ingá e gliricídia. Essas amostras apresentam semelhança com as amostras cultivadas a pleno sol e consorciadas com banana (região $PC1 > 0$).

O gráfico dos *scores* (Figura 5c) mostra que na região PC2, uma grande parte do espectro NIR influencia o modelo. Esse resultado deve estar associado à baixa eficiência da técnica MicroNIR em separar as amostras consorciadas em diferentes SAFs. No entanto, a região $PC1 < 0$ discriminou melhor as amostras e a variância no gráfico dos *scores* está entre 1400 nm e 1500 nm. Embora haja maior intensidade no gráfico dos *scores* para essa banda, em comparação com outras PCs, essa região está relacionada aos ácidos clorogênicos presentes nas amostras.

A PC3, entre todos os PCs, foi mais influenciada pela região de 500 nm a 1600 nm, pois está relacionado ao teor de açúcar nas amostras. A maturação também afeta os níveis desses compostos e, conseqüentemente, é responsável pela variação dos açúcares nos grãos de café (MUSCHLER, 2001). Assim, se pressupõe que as amostras presentes na região de $PC3 > 0,3$ (gliricídia e ingá) apresentam maiores taxas desses compostos.

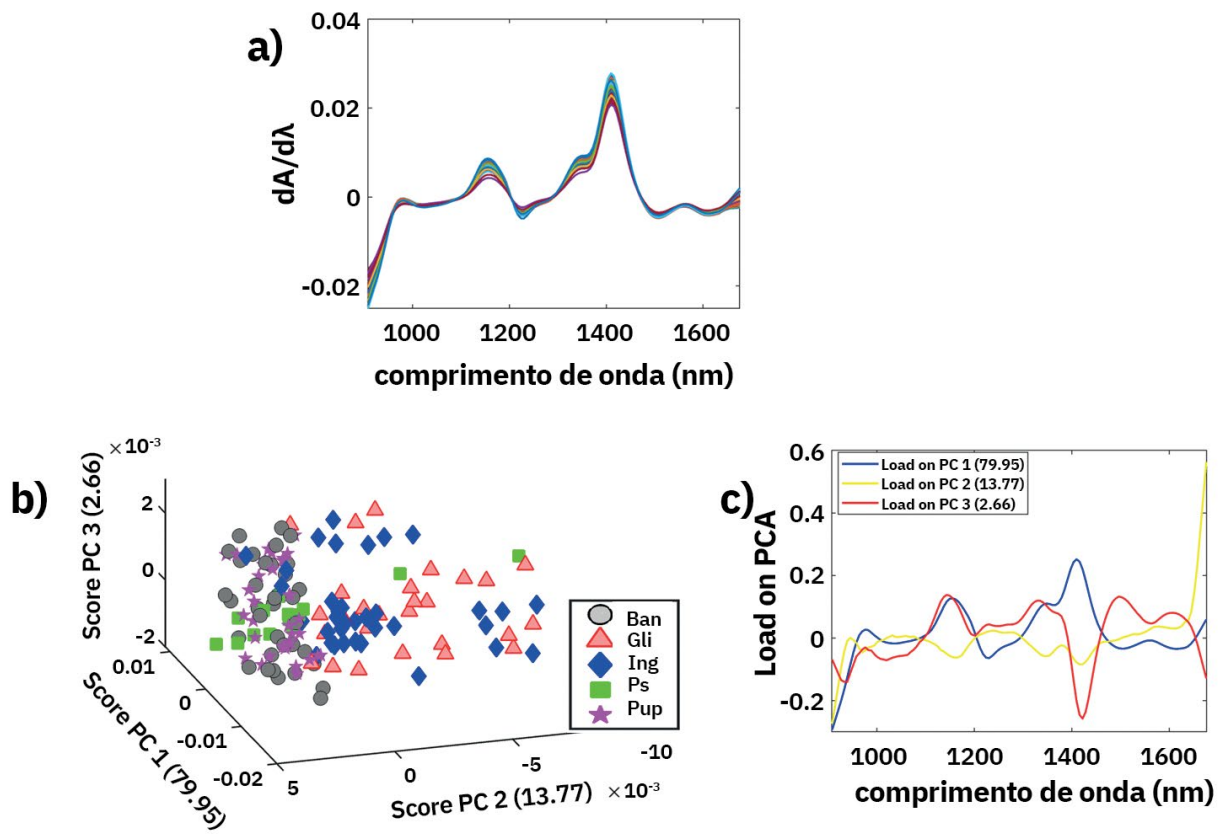


Figura 5 - a) Espectros MicroNIR após a aplicação da primeira derivada, b) Gráfico do *loads* e c) Gráfico dos *scores* do modelo PCA para o café conilon em grão moído em função dos diferentes SAFs.

Fonte: Adaptado de Correia *et al.* (2020).

Tumwebaze e Byakagaba (2016) comprovaram que o café conilon proveniente de SAF promove maior sequestro de carbono no solo. As diferentes espécies utilizadas para sombreamento do café podem influenciar a composição química dos grãos de café de uma maneira que não é possível sob o cultivo de luz solar direta. Assim, a partir dos resultados do ESI(-) e MicroNIR, é possível correlacionar a composição dos cafés com as pontuações da análise sensorial.

A caracterização química realizada pelas duas técnicas mostra a predominância de ácidos graxos, ácidos clorogênicos, açúcares, trigonelina e cafeína. Além disso, os cafés cultivados com gliricídia pontuaram mais na degustação da xícara. No espectro ESI(-) (Figura 3b), a região de m/z 250-370 tem íons com IR mais alta do que as outras cultivares. Essa região é caracterizada pelos ácidos esteárico, palmítico, linoleico e oleico, entre outros ácidos graxos, bem como pela presença dos principais ácidos clorogênicos, a saber, cafeoilquínico e feruloilquínico, conforme descrito nas Tabelas 3 e 4, por ESI(-) e ESI(+), respectivamente. Embora não esteja nítido quais compostos são responsáveis pela acidez percebida, sabe-se que cítrico, málico e as espécies

de ácidos mais abundantes nos grãos de café podem ser responsáveis por essa característica organoléptica (BALZER, 2001).

Portanto, os resultados do presente estudo indicam uma nova abordagem para classificar e discriminar grupos químicos, por meio de análises por MicroNIR, para o cultivo de café conilon em diferentes sistemas agrícolas. Santos *et al.* (2016) demonstraram a adequação do NIR para identificar importantes propriedades químicas do café. As regiões entre 1400 nm e 1600 nm representam açúcares, cafeína, sacarose e ácidos clorogênicos (RIBEIRO *et al.*, 2011). Essas regiões são essenciais para definir os atributos de amargor, sabor, limpeza e, principalmente, acidez, corpo e qualidade geral na análise sensorial. Alguns estudos citam que a relação entre qualidade e acidez enfatiza a presença de ácidos clorogênicos e melhora o sabor da bebida (GARRETT *et al.*, 2013; CORREIA *et al.*, 2016; LEMOS *et al.*, 2020; SALAMANCA-NETO *et al.*, 2020).

Outra classe importante para a definição sensorial de amostras de café é o teor de açúcares como a sacarose. Os cafés com maiores pontuações no atributo amargor/doçura foram aqueles cultivados a pleno sol, novamente com destaque especial para a gliricídia. Alves *et al.* (2018) mostraram que há uma diferença entre a intensidade das bandas de absorção de FTIR de cafés conilon cultivados a pleno sol e aqueles em combinação com plantas mais altas. A trigonelina também é citada como um componente vital para definir a doçura dos cafés, junto com os próprios açúcares (LEMOS *et al.*, 2020). Essa discussão justifica a predominância e importância desses compostos na construção dos modelos de PCA (Figura 4 e 5) para discriminar as amostras cultivadas nos diferentes SAFs. Também é interessante destacar as pontuações da xícara limpa, porque cafés com notas baixas nesse atributo não resultam em cafés de qualidade, porque afeta todos os outros atributos (RIBEIRO *et al.*, 2011).

6 CONCLUSÕES

Os resultados mostraram diferenças na composição entre os cafés conilon, cv. Robusta Tropical, cultivado em diferentes SAFs e a pleno sol. ESI(-)FT-ICR MS e MicroNIR provaram ser excelentes ferramentas para o controle de qualidade de cafés cultivados em consórcio com outras cultivares. Além disso, é possível correlacionar seus resultados com os valores obtidos na análise sensorial, indicando que amostras de cafés cultivadas em SAFs com *Gliricidia sepium* e *Inga edulis* apresentam qualidade superior às demais.

Os compostos responsáveis por destacar a qualidade das amostras foram principalmente os ácidos clorogênicos. Notavelmente, o ácido coriônico (íon de m/z 295, um metabólito do ácido linoleico) foi observado no espectro de massas ESI(-)FT-ICR e este trabalho é o primeiro relato de sua presença em amostras de café.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A. L.; PESSOA, M. S.; SOUZA, P. E. N. de; PARTELLI, F. L.; MOSCON, P. S.; SILVA, E. C. da; GUIMARÃES, A. O.; MUNIZ, E. P.; PINHEIRO, P. F.; BORÉM, F. M.; MORAIS, P. C. Influence of Environmental and Microclimate Factors on the Coffee Beans Quality (*C. canephora*): Correlation between Chemical Analysis and Stable Free Radicals. **Agric. Sci.**, v. 9, n. 9, p. 1173–1187, 2018.
- AMORIM, A. C. L.; HOVELL, A. M. C.; PINTO, A. C.; EBERLIN, M. N.; ARRUDA, N. P.; PEREIRA, E. J.; BIZZO, H. R.; CATHARINO, R. R.; MORAIS FILHO, A. B.; REZENDE, C. M. Green and Roasted Arabica Coffees Differentiated by Ripeness, Process and Cup Quality via Electrospray Ionization Mass Spectrometry Fingerprinting. **J. Braz. Chem. Soc.**, v. 20, n. 2, p. 313–321, 2009.
- ARYA, M.; RAO, L. J. M. An impression of coffee carbohydrates. **Crit. Rev. Food Sci. Nutr.**, v. 47, n. 1, p. 51–56, 2007.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis 2016**. Disponível em: https://www.aoac.org/wp-content/uploads/2019/08/app_f.pdf. Acesso em: 20 dez. 2019.
- BABUDRI, F. Novel synthetic approach to (S)-coriolic acid. **Tetrahedron**, v. 56, n. 2, p. 327–331, 2000.
- BALZER, H. H. Acids in coffee. In: CLARKE, R. J.; VITZTHUM, O. G. (Ed.). **Coffee: recent developments**. Oxford: Blackwell Science, p. 18–30, 2001.
- BERTRAND, B.; VILLARREAL, D.; LAFFARGUE, A.; POSADA, H.; LASHERMES, P.; DUSSERT, S. Comparison of the effectiveness of fatty acids, chlorogenic acids, and elements for the chemometric discrimination of coffee (*Coffea arabica* L.) varieties and growing origins. **J. Agric Food Chem.**, v. 56, n. 6, p. 2273–2280, 2008.
- BOSSELMANN, A. S.; DONS, K.; OBERTHUR, T.; OLSEN, C. S.; RAEBILD, A.; USMA, H. The influence of shade trees on coffee quality in small holder coffee agroforestry systems in Southern Colombia. **Agric. Ecosyst. Environ.**, v. 129, p. 253–260, 2009.
- BROWN, S. C.; KRUPPA, G.; DASSEUX, J. L. Metabolomics applications of FT-ICR MS. **Mass Spectrom. Rev.**, v. 24, n. 2, p. 223–231, 2005.
- BRUM, V. J. **Café conilon em sombreamento com pupunheira**. 2007. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, 2007.
- CLARKE, R. J.; VITZTHUM, O. G. **Coffee Recent Developments**, Osney Mead, Oxford, 2001.
- CLIFFORD, M. N.; JOHNSTON, K. L.; KNIGHT, S.; KUHNERT, N. Hierarchical scheme for LC–MSn identification of chlorogenic acids. **J. Agric. Food Chem.**, v. 51, n. 10, p. 2900–2911, 2003.
- CLIFFORD, M. N.; KNIGHT, S.; SURUCU, B.; KUHNERT, N. Characterization by LC–MSn of Four New Classes of Chlorogenic Acids in Green Coffee Beans: Dimethoxycinnamoylquinic Acids, Diferuloylquinic Acids, Caffeoyl-dimethoxycinnamoylquinic Acids, and Feruloyl-dimethoxycinnamoylquinic Acids. **J. Agric. Food Chem.**, v. 54, n. 6, p. 1957–1969, 2006.
- CORREIA, R. M.; LOUREIRO, L. B.; RODRIGUES, R. R. T.; COSTA, H. B.; OLIVEIRA, B. G.; FILGUEIRAS, P. R.; THOMPSON, C. J.; LACERDA JR., V.; ROMÃO, W. Chemical Profile of Robusta and Arabica Coffee by ESI(–)FT-ICR MS and ATR-FTIR: a quantitative approach. **Anal. Methods**, v. 8, p. 7678–7688, 2016.
- CORREIA, R. M.; TOSATO, F.; DOMINGOS, E.; RODRIGUES, R. R. T.; AQUINO, L. F. M.; FILGUEIRAS, P. R.; LACERDA JR., V.; ROMÃO, W. Portable near infrared spectroscopy applied to quality control of Brazilian coffee. **Talanta**, v. 176, p. 59–68, 2018.

- CORREIA, R. M.; ANDRADE, R.; TOSATO, F.; NASCIMENTO, M. T.; PEREIRA, L. L.; ARAÚJO, J. B. S.; PINTO, F. E.; ENDRINGER, D. C.; PADOVAN, M. P.; CASTRO, E. V. R.; PARTELLI, F. L.; FILGUEIRAS, P. R.; LACERDA JR., V.; ROMÃO, W. Analysis of Robusta coffee cultivated in agroforestry systems (AFS) by ESI-FT-ICR MS and portable NIR associated with sensory analysis. **J. Food Compos. Anal.**, v. 94, n. 103637, 2020.
- DELAROZZA, F.; RAKOCEVIC, M.; MALTA, G. B.; SANCHEZ P. M.; BRUNS, R. E.; SCARMINIO, I. S. Factorial design effects of plant density, pattern and light availability on the caffeine, chlorogenic acids, lipids, reducing sugars and ash contents of *Coffea arabica* L. beans and leaves. **Anal. Methods**, v. 9, p. 3612-3618, 2017.
- DURÁN, C. A. A.; TSUKUI, A.; SANTOS, F. K. F.; MARTINEZ, S. T.; BIZZO, H. R.; REZENDE, C. M. Café: Aspectos Gerais e seu Aproveitamento para além da Bebida. **Rev. Virtual Quim.**, v. 9, n. 1, p. 107-134, 2017.
- FIGUEIREDO, L. P.; MEIRA, F. B.; CARMANINI, F. R.; SIMONE, G.; JOSE, H. S. T.; MALTA, M. Fatty acid profiles and parameters of quality of specialty coffees produced in different Brazilian regions. **African J. Agric. Res.**, v. 10, n. 35, p. 3484-3493, 2015.
- GARRETT, R.; REZENDE C. M.; IFA, D. R. Coffee origin discrimination by paper spray mass spectrometry and direct coffee spray analysis. **Anal. Methods**, v. 5, p. 5944-5948, 2013.
- GARRETT, R.; SCHMIDT, E. M.; PEREIRA, L. F. P.; KITZBERGER, C. S. G.; SCHOLZ, M. B. S.; EBERLIN, M. N.; REZENDE, C. M. Discrimination of arabica coffee cultivars by electrospray ionization Fourier transform ion cyclotron resonance mass spectrometry and chemometrics. **Food Sci. Technol.**, v. 50, p. 496-502, 2013.
- GARRETT, R.; VAZ, B. G.; HOVELL, A. M. C.; EBERLIN, M. N.; REZENDE, C. M. Arabica and Robusta Coffees: Identification of Major Polar Compounds and Quantification of Blends by Direct-Infusion Electrospray Ionization–Mass Spectrometry. **J. Agric. Food Chem.**, v. 60, p. 4253-4258, 2012.
- JOEET, T.; LAFFARGUE, A.; DESCROIX, F.; DOULBLEAU, S.; BERTRAND, B.; KOCHKO, A.; DUSSERT, S. Influence of environmental factors, wet processing and their interactions on the biochemical composition of green Arabica coffee beans. **Food Chem.**, v. 118, p. 693-701, 2010.
- KARUNA, R.; ECKARDSTEINA, A. V.; RENTSCH, K. M. Dopant assisted atmospheric pressure photoionization (DA-APPI) liquid chromatography–mass spectrometry for the quantification of 27 hydroxycholesterol in plasma. **J. Chromatogr. B**, v. 877, p. 261-268, 2009.
- LEMOES, M. F.; PEREZ, C.; CUNHA, P. H. da; FILGUEIRAS, P. R.; PEREIRA, L. L.; FONSECA, A. F. A.; IFA, D. R.; SCHERER, R. Chemical and sensory profile of new genotypes of Brazilian *Coffea canephora*. **Food Chem.**, v. 310, p. 125850, 2020.
- LOVATTI, B. P. O.; NASCIMENTO, M. H. C.; RAINHA, K. P.; OLIVEIRA, E. C. S.; NETO, A. C.; CASTRO, E. V. R.; FILGUEIRAS, P. R. Different strategies for the use of random forest in NMR spectra. **J. Chem.**, v. 34, n. 11, 2020. DOI: 10.1002/cem.3231. Disponível em: <https://analyticalsciencejournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/cem.3231>. Acesso em: 19 dez. 2019.
- MARUO, K.; TSURUGI, M.; TAMURA, M.; OZAKI, Y. In: Vivo Noninvasive Measurement of Blood Glucose by Near-Infrared Diffuse-Reflectance Spectroscopy. **Appl. Spectrosc.**, v. 57, n. 10, p. 1236-1244, 2003.
- MUSCHLER, R.G. Shade improves coffee quality in a sub-optimal coffee-zone of Costa Rica. **Agrofor. Syst.**, v. 85, p. 131-139, 2001.
- OGAWA, E. M.; COSTA, H. B.; VENTURA, J. A.; CAETANO, L. C.; PINTO, F. E.; OLIVEIRA, B. G.; BARROSO, M. E. S.; SCHERER, R.; ENDRINGER, D.; ROMÃO, W. Chemical profile of pineapple cv. Vitória in different maturation stages using electrospray ionization mass spectrometry. **J. Sci. Food Agric.**, v. 98, n. 3, p. 1105-1116, 2018.

- OLIVEIRA, B. G.; COSTA, H. B.; VENTURA, J. A.; KONDRATYUK, T. P.; BARROSO, M. E. S.; CORREIA, R. M.; PIMENTEL, E. F.; PINTO, F. E.; ENDRINGER, D. C.; ROMÃO, W. Chemical profile of mango (*Mangifera Indica* L.) using *electrospray* Ionisation Mass Spectrometry (ESI MS). **Food Chem.**, v. 204, p. 37–45, 2016.
- PAVIA, D.; LAMPMAN, G.; KRIZ, G. **Introdução à espectroscopia**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2015.
- PAULINO, G. M.; ALVES B. J. R.; BARROSO, D. G.; URQUIAGA, S.; ESPINDOLA J. A. A. Fixação biológica e transferência de nitrogênio por leguminosas em pomar orgânico de mangueira e gravioleira. **Pesq. agropec. bras.**, v. 44, n. 12, p.1598-1607, 2009.
- PEREIRA, L. L.; GUARÇONI, R. C.; CARDOSO, W. S.; TAQUES, R. C.; MOREIRA, T. R.; FERREIRA, S.; SCHWENGBER, C. Influence of Solar Radiation and Wet Processing on the Final Quality of Arabica Coffee. **J. Food Qual.**, v. 2, p. 1-9, 2018a.
- PEREIRA, L. L.; GUARÇONI, R. C.; SOUZA, G. S. de; BRIOSCHI JR., B.; MOREIRA, T. R.; TEN CATEN, C. S. Propositions on the Optimal Number of Q-Graders and R-Graders. **J. Food Quality**, p. 1-7, 2018b. DOI:10.1155/2018/3285452. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2018/3285452>. Acesso em: 20 dez. 2019.
- PEREIRA, L. L.; GUARÇONI, R. C.; PINHEIRO, P. F.; OSÓRIO, V. M.; PINHEIRO, C. A.; MOREIRA, T. R.; TEN CATEN, C. S. New propositions about coffee wet processing: Chemical and sensory perspectives. **Food Chem.**, v. 310, p. 125943, 2020.
- PÉREZ-MARTÍNEZ, M.; SOPELANA, P.; PEÑA, M. P.; CID, C. Effects of refrigeration and oxygen on the coffee brew composition. **European Food Res. Technol.**, v. 227, n. 6, p. 1633-1640, 2008.
- RIBEIRO, J. S.; FERREIRA, M. M. C.; SALVA, T. J. G. Chemometric models for the quantitative descriptive sensory analysis of Arabica coffee beverages using near infrared spectroscopy. **Talanta**, v. 83, p. 1352–1358, 2011.
- RICCI, M. S. F.; COCHETO JR., D. G.; ALMEIDA, F. F. D. Condições microclimáticas, fenologia e morfologia externa de cafeeiros em sistemas arborizados e a pleno sol. **Coffee Science**, v. 8, n. 3, p. 379-388, 2013.
- SALAMANCA-NETO, C. A. R.; MARCHEFAVE, G. G.; SCREMIN, J.; BARBOSA, E. C. M.; CAMARGO, P. H. C.; DEKKER, R. F. H.; SCARMÍNIO, I. S.; BARBOSA-DEKKER, A. M.; SARTORI, E. R. Chemometric-assisted construction of a biosensing device to measure chlorogenic acid content in brewed coffee beverages to discriminate quality. **Food Chem.**, v. 315, n. 126306, 2020.
- SANTOS, J. R.; LOPO, M.; RANGEL, A. O. S. S.; LOPES, J. A. Exploiting near infrared spectroscopy as an analytical tool for on-line monitoring of acidity during coffee roasting. **Food Control**, v. 60, p. 408–415, 2016.
- SAVITZKY, A.; GOLAY, M. J. E. Smoothing and differentiation of data by simplified least squares procedures. **Anal. Chem.**, v. 36, p. 1627–1639, 1964.
- SCA. Specialty Coffee Association of America. **SCAA Protocols**. 2014. Disponível em: <https://www.scaa.org/PDF/resources/cupping-protocols.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2019.
- TSUKUI, A.; BRAND, A. L. M.; VENDRAMINI, P. H.; EBERLIN, M. N.; SCHOLZ, M. B. S.; REZENDE, C. M. Abordagem metabolômica: discriminação de tratamento pós colheita de grãos de café verde (*coffea arabica* l.) do paraná. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 9, 2015, Curitiba. **Anais [...]** Brasília, DF: Embrapa Café, 2015. p. 5.
- TUMWEBAZE, S. B.; BYAKAGABA, P. Soil organic carbon stocks under coffee agroforestry systems and coffee monoculture in Uganda. **Agric. Ecosyst. Environ.**, v. 216, p. 188–193, 2016.
- UCDA – Uganda Coffee Development Authority. **Protocolos para degustação do Robusta (2010)**. Disponível em: <http://dev.ico.org/documents/pscb-123-p-robusta.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2019.

WOLD, S. Principal Component Analysis. **Chem. Intell. Lab. Syst.**, v. 2, p. 37-52, 1987.

WORKMAN, J.; WEYER, L. **Practical guide to interpretive near-infrared spectroscopy**, CRC Press: Taylor & Francis Group, 2008.

ZHANG, Y.; HUANG, M.; TIAN, H.; SUN, B.; WANG, J.; LI, Q. Preparation and Aroma Analysis of Chinese Traditional Fermented Flour Paste. **Food Sci. Biotechnol.**, v. 23, n. 1, p. 49–58, 2014.

CAPÍTULO 5

ANÁLISE ECONÔMICA DE CONSÓRCIOS AGROFLORESTAIS COM O CAFEIRO CONILON¹

Halloysio Mechelli de Siqueira²

Davi Salgado de Senna³

João Batista Silva Araujo⁴

Matheus Wandermurem da Silva⁵

Erica Rodrigues Munaro Gabrig Turbay⁶

1 INTRODUÇÃO

Na avaliação dos sistemas agroflorestais (SAFs), um dos aspectos fundamentais a considerar é a sua viabilidade econômica, a qual representa um dos pilares da sustentabilidade agrícola. Damatta *et al.* (2017) salientam que os consórcios em pequenas áreas representam, para os pequenos agricultores, uma “[...] estratégia econômica associada à maior produção por área, maior retorno de mão de obra e maior segurança em períodos de baixos preços do café [...]”.

Rodrigues *et al.* (2007) avaliaram um SAF voltado à recuperação de uma área de reserva legal em assentamento no Município de Teodoro Sampaio-SP. As culturas adotadas foram milho (*Zea mays*), mandioca (*Manihot esculenta*), feijão (*Phaseolus vulgaris*), amendoim (*Arachis hypogaea*) e mamona (*Ricinus communis*), enquanto o papel das árvores era apenas o de restauração florestal. Os resultados econômicos foram positivos para cinco das seis famílias assentadas analisadas.

Outro estudo foi feito por Lucena *et al.* (2016) em um SAF com cacau (*Theobroma cacao*) e essências florestais de alto valor comercial, no Município de Altamira-PA, demonstrando a viabilidade do sistema. Já Nakata *et al.* (2015), estudando um SAF, no Município de Dourados-MS, com as culturas de limão-taiti (*Citrus latifolia*) e palmito-pupunha (*Bactris gasipaes*), constataram que o SAF se mostrou inviável economicamente e recomendaram a adoção de cultivos de ciclo curto, desde o início do sistema, para maior geração de renda.

Especificamente sobre consórcios agroflorestais com o cafeeiro, há o estudo de Richetti, Motta e Mariani (2015), na região de Ivinhema-MS, onde analisaram três sistemas de produção:

¹ O presente capítulo se baseia no artigo intitulado “Análise econômica de consórcios do cafeeiro conilon com espécies perenes e florestais no sul do Espírito Santo” (SIQUEIRA *et al.*, 2020).

² D.Sc. Produção Vegetal (com ênfase em Socioeconomia), Professor da Ufes, *campus* de Alegre, halloysio.siqueira@ufes.br

³ M.Sc. Agroecologia, Bolsista Fapes

⁴ D.Sc. Fitotecnia - Agroecologia, Pesquisador do Incaper

⁵ M.Sc. Agroecologia, Bolsista Fapes

⁶ M.Sc. Ciências Ambientais e Florestais, Extensionista do Incaper

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 com leucena foi inviável. 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. Tais resultados reforçam a necessidade do aprofundamento de estudos econômicos em SAFs, considerando os diferentes arranjos de consórcio.

Neste capítulo, são apresentados e discutidos os resultados da análise econômica realizada sobre os consórcios agroflorestais testados na Fazenda Experimental Bananal do Norte, do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), em parceria com a Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes), visando ampliar a compreensão sobre o papel dos SAFs para a sustentabilidade da agricultura. A pressuposição deste estudo é que determinados consórcios agroflorestais podem contribuir para tornar o processo produtivo mais sustentável socioeconomicamente.

O estudo foi realizado na Unidade de Pesquisa Agroflorestal, que enfoca a produção de café conilon implantada em 2013, na referida Fazenda Experimental que se localiza no distrito de Pacotuba, Município de Cachoeiro de Itapemirim, na região Sul do Estado do Espírito Santo. Os tratamentos testados foram os seguintes: um com cafeeiro conilon solteiro e os demais com cafeeiro em quatro diferentes consórcios, que consistiam em ingazeiro (*Inga edulis*), bananeira (cultivar Japira, híbrido do grupo AAAB, das espécies *Musa acuminata* e *Musa balbisiana*), gliricídia (*Gliricidia sepium*) e palmeira-pupunha (*Bactris gasipaes*). Todos os tratamentos foram conduzidos com manejo orgânico.

2 INDICADORES ECONÔMICOS

Para efeito da análise econômica, trabalhou-se com a metodologia do custo operacional de produção e de comercialização. No cálculo do custo operacional total, são computados os custos fixos, os quais incluem a mão de obra permanente, a depreciação e os impostos, bem como os custos variáveis, que englobam os gastos com aquisição do capital circulante, a manutenção/conservação do capital estável e a mão de obra temporária. O capital estável se refere aos recursos que podem ser utilizados por vários ciclos de produção, como é o caso das máquinas. E o capital circulante se refere aos recursos consumidos durante um ciclo de produção, tais como insumos e energia. Já no cálculo do custo operacional efetivo, somente são computados os recursos produtivos que exigem desembolso por parte do produtor 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 julho de 2017 a julho de 2018 como base para a coleta dos dados de custo. Os custos foram calculados com o auxílio de planilhas em Excel.

Para contabilizar o custo da mão de obra, procedeu-se à 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 60 reais.

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

As produtividades do cafeeiro conilon foram obtidas com base nas medições de campo do café colhido e beneficiado, feitas em separado para cada talhão/tratamento, referentes às safras de 2016, 2017 e 2018. Desse modo, calculou-se os valores médios de produtividade, nessas três safras, para os cinco tratamentos testados (cafeeiro solteiro e cafeeiro em consórcios com ingazeiro, bananeira, gliricídia e palmeira-pupunha).

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 a receita bruta pelo custo operacional total.

$$MB = RB - COE$$

$$ML = RB - COT$$

$$IBC = RB / COT$$

Se a margem bruta for positiva, o produtor vai conseguir cobrir os custos diretos (desembolsos) de sua atividade, mantendo-a no curto prazo. Porém, se for negativa, vai ter prejuízo no curto prazo, o que inviabilizará a atividade. Se a margem líquida for positiva, o produtor 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 produtor entra em processo de descapitalização. No caso do índice benefício/custo operacional, a viabilidade econômica é indicada por valores superiores a uma unidade ($IBC > 1$).

Procedeu-se à simulação de venda para definição dos preços dos produtos do SAF, pois os produtos não foram efetivamente vendidos. Assim, foram considerados os preços médios recebidos pelos agricultores da região, no período de julho de 2017 a julho de 2018. No caso do café, simulou-se a venda a um comprador intermediário tradicional da região. Para a pupunha, simulou-se a venda direta ao consumidor em uma das feiras da cidade de Cachoeiro de Itapemirim, mas também foi considerado o preço médio praticado (em 2019) na feira agroecológica da Ufes, no *campus* de Alegre-ES. Já para a banana, simulou-se a venda tanto na Ceasa-ES-Sul quanto diretamente, do mesmo modo adotado para a pupunha.

Na Tabela 1, seguem os dados referentes aos indicadores econômicos pesquisados na Unidade de Pesquisa Agroflorestal do Incaper. Nota-se que os tratamentos economicamente viáveis foram os consórcios do café com a pupunha e do café com a banana, pois obtiveram

índices benefício/custo (IBCs) iguais a 1,39 e 1,11, respectivamente, considerando o custo operacional total no cálculo. Os demais tratamentos foram economicamente inviáveis, apresentando a seguinte ordem crescente de inviabilidade: café com ingá (IBC=0,52), café solteiro (IBC=0,49) e café com gliricídia (IBC=0,44).

Tabela 1 – Indicadores econômicos da Unidade de Pesquisa Agroflorestal com cafeeiro conilon, na Fazenda Experimental Bananal do Norte - Incaper, no período de 2016 a 2018

Indicadores	Tratamentos				
	café + pupunha	café + gliricídia	café + banana	café + ingá	café solteiro
Produtividade do café (sc/ha)	16,48	12,94	10,99	16,51	12,58
Custo operacional total (R\$)	1.192,65	1.194,69	1.229,54	1.280,99	1.046,15
Custo operacional efetivo (R\$)	433,22	429,07	411,87	435,57	389,98
Receita bruta (R\$)	1.656,63	524,68	1.364,82	670,23	511,14
Margem líquida (R\$)	463,98	-670,01	135,28	-610,76	-535,02
Margem bruta (R\$)	1.223,41	95,60	952,95	234,66	121,16
Índice benef./ custo oper. total	1,39	0,44	1,11	0,52	0,49

Fonte: Siqueira *et al.* (2020).

O consórcio do café com pupunha (CP) permitiu margem líquida de R\$ 463,98, enquanto a margem do café com banana (CB) foi de R\$ 135,28. Ou seja, além de cobrirem todos os itens de custo operacional, inclusive o trabalho familiar dedicado à produção, tais consórcios garantem esses valores líquidos, que podem ser utilizados para novos investimentos na propriedade. Destaca-se a importância das culturas consorciadas, pupunha e banana, para alcançar esse bom desempenho econômico. Ao extrapolar para um hectare, obtém-se o valor de R\$ 3.866,50 com o CP e de R\$ 1.127,33 com o CB. Somando os valores do trabalho familiar, obtém-se os totais respectivos de R\$ 4.494,10 e R\$ 1.808,63, que correspondem às rendas familiares obtidas por hectare cultivado com esses consórcios. Isso equivale a 4,7 e 1,9 salários mínimos (vigentes em 2018) de renda gerada por hectare de terra.

Nos sistemas do café com a gliricídia (CG), do café com ingá (CI) e do café solteiro (CS), as margens líquidas foram negativas, nos valores de R\$ -670,01, R\$ -610,76 e R\$ -535,02. As receitas brutas geradas não foram suficientes para cobrir a totalidade dos custos, uma vez que cobriram apenas os gastos com insumos e serviços de terceiros, além de poucos dias de trabalho: cerca de um dia e meio no CG, dois dias no CS e quase quatro dias no CI, cujos valores correspondem às margens brutas. A maior parte dos dias de trabalho e todos os custos de depreciação não foram cobertos nesses sistemas produtivos.

Richetti, Motta e Mariani (2015), em trabalho experimental na região de Ivinhema-MS, também 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, o qual foi bem superior ao valor de 1,11 obtido no mesmo consórcio na Unidade de Pesquisa Agroflorestal do Incaper.

A produtividade média do café conilon da referida Unidade Experimental (cinco talhões), no período de 2016 a 2018, foi de 13,9 sc/ha, ficando bem abaixo da média estadual, igual a 26,5 sc/ha, incluindo o café arábica (CONAB, s.d.). O principal fator que induziu a essa baixa produtividade foi o déficit hídrico do período, especialmente no ano de 2017 com apenas 871 mm de chuva, impossibilitando atingir a produtividade esperada (31 a 50 sc/ha). Tal problema afetou toda a cafeicultura capixaba, decorrente dos três anos de seca, entre 2015 e 2017. Esse desempenho ruim levou ao rebaixamento das rentabilidades, principalmente nos consórcios CG e CI e no sistema CS, em que a margem gerada foi oriunda somente do café.

Os tratamentos que apresentaram as maiores produtividades do cafezal foram os consórcios CP e CI, alcançando 16,5 sc/ha, enquanto o consórcio CB foi o de menor produtividade, com 11 sc/ha. É interessante salientar que três dos quatro consórcios testados obtiveram produtividades de café superiores ao cultivo solteiro, mesmo sabendo que neles há menos pés de café plantados (8,3% a 16,7% menos). Isso permite supor que, apesar do período de forte estiagem, o fator competição entre as espécies associadas e o cafeeiro não foi preponderante na maioria dos consórcios testados. Também é possível supor que o plantio das espécies associadas nas entrelinhas, sem diminuição do *stand* da lavoura cafeeira, poderia elevar a produtividade em 16,7%. No caso do sistema CB, mesmo obtendo a menor produtividade do cafezal, nota-se que foi economicamente viável devido ao retorno proporcionado pela banana como cultura companheira.

Sales *et al.* (2009) 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”. Isso foi observado no CB, na Unidade de Pesquisa Agroflorestal do Incaper, pois forneceu um produto extra e compensou a perda de produtividade de café. Porém, nos consórcios CP, CI e CG, as produtividades de café foram maiores que no cultivo solteiro, apontando para um efeito positivo do consórcio. Alves *et al.* (2015) observaram o mesmo que ocorreu no CB, enfocando uma propriedade familiar do Município de Araponga-MG.

Sales *et al.* (2013), em estudo sobre o cultivo de café conilon em SAF, na região Norte do Espírito Santo, 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. Isso foi observado nos consórcios CI e CG, na Unidade de Pesquisa Agroflorestal do Incaper, que receberam de duas a três podas por ano. As podas não permitiram o crescimento ilimitado das árvores, o que resultou em uma diminuição da concorrência com os cafeeiros (SILES *et al.*, 2010).

A pupunha solteira é cultivada no espaçamento de 2 m x 1 m (FLORI *et al.*, 2004) e teve o espaçamento ajustado para 6 m x 3 m no consórcio (CP), o que permitiu melhores resultados, tanto com maior produtividade do cafeeiro quanto maior rendimento econômico do sistema.

De forma semelhante, Marques (2000) obteve melhores resultados com a pupunha no espaçamento de 6 m x 2 m na associação com o cafeeiro, que alcançou aumento de 14% na produção de café e na produção adicional de 1.708 kg/ha de palmito.

A menor produtividade de café no sistema CB, na Unidade de Pesquisa Agroflorestral do Incaper, pode estar relacionada ao espaçamento estreito adotado (6 m x 3 m, com 556 pl/ha), gerando um nível alto de sombra. Tendo em vista que o percentual de sombra sobre o cafeeiro deve estar em torno de 35% (FARFÁN-VALENCIA; BAUTE-BALCÁZAR, 2010), e que em plantios mais espaçados, com a bananeira em *stand* de 8 m x 8 m e 156 pl/ha, obteve-se incidência média horária da radiação solar global acima de 80% (PEZZOPANE *et al.*, 2007), é provável, então, que o espaçamento de 6 m x 3 m tenha sido excessivo e causado maior competição da bananeira com o cafeeiro.

Em estudo conduzido por Rice (2011), a bananeira aparece como a cultura mais presente em consórcios diversificados, contribuindo para a renda total do sistema, com finalidade de uso para 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 associação do cafeeiro exclusivamente com a bananeira contribuiu para um aumento de 167% na receita bruta em relação ao café solteiro.

Por outro lado, cabe considerar, também, os ganhos ambientais e outros possíveis ganhos econômicos nos consórcios com gliricídia (CG) e ingá (CI), por serem fixadoras de nitrogênio e produtoras de lenha, 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.

Apesar do potencial de produção de lenha da gliricídia e do ingá ser bem conhecido e divulgado, por causa dessas espécies serem de uso múltiplo, esse fator não foi avaliado. Nesse sentido, é pertinente citar o trabalho de Rice (2011), que 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. Observou, ainda, que o autoconsumo e a venda de todos os produtos cultivados em associação com o cafeeiro respondiam de um quinto a um terço do valor total obtido nos SAFs, com maior peso para a lenha e os frutos.

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; ARAÚJO, 2005).

Com base nos resultados dos referidos estudos, cabe supor que a alternativa de árvores como a gliricídia e o ingá, para consorciação com o cafeeiro conilon, venha a ser questionada pelos agricultores familiares do sul do Estado do Espírito Santo, na medida em que eles não consigam perceber o potencial de uso múltiplo dessas espécies. Considerando que a equipe que conduz a Unidade de Pesquisa Agroflorestral do Incaper adota uma metodologia participativa,

será fundamental estabelecer amplo diálogo com os agricultores sobre essa questão, dando-lhes liberdade o bastante para selecionarem as espécies que queiram introduzir em suas propriedades, bem como fazerem as adequações necessárias, visando a sustentabilidade dos SAFs a serem implantados.

3 MÃO DE OBRA

A respeito do fator mão de obra, especificamente, constata-se que o seu peso no custo operacional total foi diferenciado entre os cinco sistemas testados, conforme indicado na Tabela 2, apresentando a seguinte ordem decrescente: primeiro o CI (56,1%), depois CB (55,4%), CG (53,4%), CP (52,6%) e, por último, o CS (50,8%). Fica claro que a mão de obra é o item de custo mais oneroso em todos os sistemas, sobressaindo-se mais no CI, com peso de 56,1% no custo operacional total.

Tabela 2 – Detalhamento dos itens de custo e receita do cafeeiro conilon em diferentes consórcios e em cultivo solteiro, na Unidade de Pesquisa Agroflorestal situada na Fazenda Experimental Bananal do Norte - Incaper, em 2017 e 2018

Itens de custo e receita	Tratamentos – Valor (R\$)				
	CP	CG	CB	CI	CS
Insumos e serviços terceiros	433,22	429,07	411,87	435,57	389,98
Mão de obra	627,60	638,40	681,30	718,20	531,60
Depreciação	131,83	127,22	136,36	127,22	124,58
Custo operacional total	1.192,65	1.194,69	1.229,54	1.280,99	1.046,15
Receita bruta do café	670,23	524,68	446,82	670,23	511,14
Receita bruta da pupunha	986,40				
Receita bruta da banana			918,00		
Receita bruta dos produtos	1.656,63	524,68	1.364,82	670,23	511,14
Margem líquida	463,98	-670,01	135,28	-610,76	-535,02
Composição do custo operacional total (%)					
Insumos e serviços terceiros	36,32	35,91	33,50	34,00	37,28
Mão de obra	52,62	53,44	55,41	56,07	50,81
Depreciação	11,05	10,65	11,09	9,93	11,91

Fonte: Siqueira *et al.* (2020).

Nota: Consórcios avaliados: café com pupunha (CP), café com gliricídia (CG), café com banana (CB) e café com ingá (CI). CS: café solteiro.

Apesar de todos os consórcios testados terem exigido aumento dos gastos com mão de obra, em proporções que variaram de 18,1% a 35,1%, quando comparados ao CS, a maior parte deles (3/4) gerou importantes aumentos de receita bruta, com destaque para o CP (224,1% maior

que CS) e o CB (167% maior), nos quais houve grande contribuição econômica das culturas consorciadas, repercutindo em margens líquidas positivas. No caso do CP, o aumento de receita bruta foi decorrente tanto da cultura consorciada (pupunha) como do próprio café conilon, cuja receita gerada foi 31,1% superior à do CS. Já no caso do CB, houve redução na receita bruta obtida somente com o café, porém, essa redução foi mais que compensada pela receita gerada com a produção de banana, a qual correspondeu a 67,2% da receita bruta total desse sistema.

Entretanto, é muito importante considerar a demanda adicional de mão de obra nos consórcios, porque aponta para o fator mais limitante na agricultura familiar. Tanto a poda das árvores como a adubação do solo com o 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. Em função disso, as vantagens com a redução das capinas e o menor desconforto no trabalho (que não foi mensurado neste estudo), entre outras, teriam que ser compensatórias, na visão dos agricultores.

A fim de refinar a análise dos gastos com mão de obra nos sistemas em comparação, procedeu-se ao detalhamento dos tipos de trabalho empregados na produção, como consta na Tabela 3.

Tabela 3 – Detalhamento do custo da mão de obra na produção de café conilon em diferentes consórcios e em cultivo solteiro, na Unidade de Pesquisa Agroflorestal, situada na Fazenda Experimental Bananal do Norte - Incaper, em 2017 e 2018

(continua)

Itens de mão de obra	Tratamentos								
	CP			CG			CB		
	Dias	Valor (R\$)	Peso (%)	Dias	Valor (R\$)	Peso (%)	Dias	Valor (R\$)	Peso (%)
Preparo do composto	0,37	22,20	3,54	0,37	22,20	3,48	0,37	22,20	3,26
Adubação orgânica	3,30	198,00	31,55	3,30	198,00	31,02	3,30	198,00	29,06
Colheita do café	1,96	117,60	18,74	1,30	78,00	12,22	1,30	78,00	11,45
Desbrota do café	1,83	109,80	17,50	1,86	111,60	17,48	1,55	93,00	13,65
Roçada com roçadeira	1,10	66,00	10,52	1,10	66,00	10,34	0,94	56,40	8,28
Transporte do café	0,06	3,60	0,57	0,06	3,60	0,56	0,06	3,60	0,53
Secagem do café	0,25	15,00	2,39	0,25	15,00	2,35	0,25	15,00	2,20
Manejo/colh. pupunha	0,30	17,70	2,82						
Benef. pupunha	0,35	20,70	3,30						
Comerc. pupunha	0,75	45,00	7,17						
Poda gliricídia e ingá				2,20	132,00	20,68			
Manejo/colh. banana							1,64	98,10	14,40
Comerc. banana							1,75	105,00	15,41
Administração	0,20	12,00	1,91	0,20	12,00	1,88	0,20	12,00	1,76
Total	10,46	627,60	100,00	10,64	638,40	100,00	11,36	681,30	100,00

(conclusão)

Itens de mão de obra	Tratamentos					
	CI			CS		
	Dias	Valor (R\$)	Peso (%)	Dias	Valor (R\$)	Peso (%)
Preparo do composto	0,37	22,20	3,09	0,37	22,20	4,18
Adubação orgânica	3,30	198,00	27,57	3,30	198,00	37,25
Colheita do café	1,68	100,80	14,04	1,73	103,80	19,53
Desbrotar do café	1,68	100,80	14,04	1,62	97,20	18,28
Roçada com roçadeira	0,93	55,80	7,77	1,33	79,80	15,01
Transporte do café	0,06	3,60	0,50	0,06	3,60	0,68
Secagem do café	0,25	15,00	2,09	0,25	15,00	2,82
Manejo/colh. pupunha						
Benef. pupunha						
Comerc. pupunha						
Poda gliricídia e ingá	3,50	210,00	29,24			
Manejo/colh. banana						
Comerc. banana						
Administração	0,20	12,00	1,67	0,20	12,00	2,26
Total	11,97	718,20	100,00	8,86	531,60	100,00

Fonte: Siqueira *et al.* (2020).**Nota:** Consórcios avaliados: café com pupunha (CP), café com gliricídia (CG), café com banana (CB) e café com ingá (CI). CS: café solteiro.

Nos consórcios, verifica-se que houve redução no gasto com as roçadas em cerca de 30% para CB e CI, e de 17% para CP e CG, quando se compara ao CS. Em contrapartida, houve gasto com as podas nos casos de CG e CI, o que representou 20,7% do total gasto com mão de obra no CG e 29,2% no CI, enquanto as roçadas representaram 10,3% e 7,8%, respectivamente. Assim, o trabalho adicional de poda das árvores consorciadas (gliricídia e ingá) não foi compensado, na mesma proporção, pela redução nas roçadas. Tal situação pode se tornar, então, um fator limitante do desejo do agricultor familiar em adotar esse tipo de consórcio.

Contudo, cabe mencionar que o número de roçadas nos sistemas consorciados CG e CI poderia ter sido menor, porém, isso não foi possível em virtude da adoção de uma rotina de manejo para todos os sistemas que precisava ser mantida, de acordo com o procedimento experimental da unidade. Tal menção se fundamenta, também, na avaliação de Dan *et al.* (2015), feita na mesma Unidade de Pesquisa Agroflorestal do Incaper, que 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. Considerando que a necessidade de manejo foi baseada no cultivo solteiro, certamente o número de roçadas teria diminuído de três para duas se o referencial fosse o consórcio. Também evidencia essa possibilidade uma pesquisa sobre dois tipos de SAF de café, em Chiapas, México, nos quais 75% dos agricultores entrevistados (num total de 52) controlam as ervas daninhas no seu *stand* de café duas vezes

por ano, e os demais (25%) controlam de três a quatro vezes por ano (ROMERO-ALVARADO *et al.*, 2002).

Os sistemas que demandaram menos trabalho com roçadas foram CI e CB, em níveis semelhantes, de tal modo que geraram uma economia de, aproximadamente, três horas de trabalho, em 0,12 ha. Ao extrapolar para um hectare, obtém-se um total de 25 horas ou 3,1 dias de trabalho poupados. Já no sistema CS, a maior demanda de mão de obra para roçada, além de onerar a produção quanto a esse quesito, implicou maior gasto de combustível para a execução dessa prática, o que contribuiu para ampliar o peso do item “insumos e serviços de terceiros” no custo operacional total, chegando a 37,3% (o maior peso), conforme já indicado na Tabela 2.

O maior número de hastes tombadas nos sistemas consorciados, implicando maior dificuldade de deslocamento no interior da área, afetou as operações de manejo da lavoura de café conilon. Em especial no CG, no qual o tombamento de hastes foi 70,5% maior que no CS. Esse fato acarretou maior tempo para realizar a atividade de desbrota do cafeeiro, levando a um aumento de 14,8% no gasto com mão de obra, em comparação ao consórcio CS.

Se o fator sombra permite reduzir a mão de obra de manejo do mato nas entrelinhas, o maior espaçamento das árvores poderia reduzir o custo com as podas. Somarriba (2002) cita ingá (*Inga spp.*) e eritrina (*Erythrina spp.*) como árvores de sombra plantadas em cafezais da América Central. Ele indica espaçamento usual de 6 m x 6 m, enquanto as árvores são conduzidas com duas podas por ano, e espaçamentos de 12 m x 12 m a 15 m x 15 m se conduzidas sem podas anuais e crescimento livre. Nesse caso, as árvores seriam conduzidas para formarem as copas altas e sem a necessidade de poda, eliminando esse custo.

De forma semelhante, Farfán-Valencia (2014) recomenda o início das podas de ingá aos dois, três e quatro anos de idade, nos espaçamentos respectivos de 6 m x 6 m, 9 m x 9 m e 12 m x 12 m, significando a ausência dessa prática até o quarto ano. Apesar de não indicar a condução do ingá em crescimento livre, certamente, no espaçamento 12 m x 12 m, 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.

Quanto à mão de obra para colheita, constata-se que o CP foi o único consórcio que superou o CS nesse quesito, embora se esperasse o contrário, visto que nos talhões consorciados há menor número de pés de café para ceder espaço às culturas companheiras. As prováveis explicações para isso são: de um lado, o fato do sistema CP ter obtido maior produtividade (16,5 sc/ha contra 12,6 sc/ha do CS), o que exigiu mais trabalho na colheita; e de outro, o fato de apresentar 18% mais hastes de café tombadas que o CS, dificultando o deslocamento, apesar do CP ter sido o sistema consorciado com o menor índice de tombamento de hastes.

Outro ponto a analisar se refere à mão de obra para adubação orgânica. Nota-se que representou de 27,6% a 31,5% dos totais gastos com mão de obra nos consórcios, e 37,2% no CS, ou seja, quase um terço dos gastos, em média, foram direcionados à adubação orgânica. Associado ao peso desse trabalho de adubação, coloca-se o custo do composto orgânico que representou, nos consórcios, de 70,6% a 74,2% dos gastos com insumos e serviços de terceiros.

O peso econômico dessa prática pode ser um fator de desânimo dos agricultores na transição agroecológica.

Neste momento, é oportuno salientar os limites da transição agroecológica sem sustentabilidade socioeconômica, como discutido por Siqueira (2014), considerando que o processo produtivo deve ser eficiente tanto em termos técnicos quanto econômicos. Por isso, talvez seja necessário repensar a estratégia de adubação, procurando combinar fontes orgânicas, mais ricas em nutrientes, com fontes minerais complementares. Tal estratégia é possível, pois a substituição de 40% da adubação mineral com composto orgânico promove 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% (SILVA *et al.*, 2013b).

4 EFICIÊNCIA NO USO DA TERRA

Na Unidade de Pesquisa Agroflorestal do Incaper, também foi avaliada a eficiência quanto ao uso da terra, tomando como base o índice de equivalência de área (IEA), o qual 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).

O IEA foi calculado da seguinte forma:

$$\text{IEA} = (\text{Ac}/\text{Am}) + (\text{Bc}/\text{Bm})$$

Em que,

- 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.

Sabia-se que na área estudada não havia cultivo de banana e palmito solteiros, por isso, a sua produção, em monocultivo, 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 (simulado).

O IEA obtido no sistema CP (café com pupunha) foi de 1,43, e no CB (café com banana), 1,22. Tais valores indicam que serão necessários 43% a mais de área, com café e palmito solteiros, e 22% a mais de área, com café e banana solteiros, para obter a mesma produção dos respectivos consórcios. Ou seja, os consórcios estudados representaram sistemas mais eficientes de uso da terra que os monocultivos.

Perdoná *et al.* (2015), avaliando o desempenho produtivo e econômico do consórcio de cafeeiro arábica e nogueira-macadâmia, também observaram vantagem na consorciação. O IEA obtido foi de 2,63, em condição de sequeiro, indicando que um hectare desse 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.

Gliessman (2005) explica a maior eficiência dos consórcios, quanto ao uso da terra, por meio do nível de interferência que ocorre entre as culturas nesse sistema. De acordo com esse autor, 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.

A segurança alimentar proporcionada pela produção das culturas alimentares consorciadas com a cultura principal (de interesse econômico-monetário) também pode se constituir um importante critério de avaliação dos SAFs a ser considerado. O suprimento das necessidades alimentares da família agricultora, por meio do autoconsumo, torna-se essencial no contexto das estratégias de reprodução familiar, manifestando-se inclusive como uma forma de renda não monetária a ser contabilizada no orçamento da família.

A questão da segurança alimentar também se insere na discussão dos chamados “serviços ecossistêmicos” que dão suporte à vida do planeta, especificamente quanto à provisão de alimentos. 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 *et al.* (2011) abordam a importância dos SAFs de pequenos agricultores, localizados nos trópicos, na prestação de tais serviços ecossistêmicos.

No presente estudo, enquadram-se nessa situação as culturas da banana e do palmito, visto que produzem alimentos muito usados pela população. Até mesmo o ingazeiro, que foi introduzido no SAF por suas qualidades de sombreamento e adubação, mas cujo fruto (a polpa contida em sua longa vagem) também é comestível, apesar de ser ainda pouco conhecido e aproveitado pela população urbana.

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

Para incluir e operacionalizar esse critério da segurança alimentar, a fórmula de cálculo do IEA poderia ser adaptada, procurando acrescentar um coeficiente “r”, de modo a ponderar o peso atribuído àquela cultura componente do consórcio, cujo valor de IEA foi menor que uma unidade. O coeficiente refletiria a importância e a contribuição relativa dessa cultura na dieta familiar. Isto é, quanto mais importante a cultura, maior o valor do coeficiente, o qual seria equivalente ao peso.

Portanto, com base nos tratamentos da Unidade de Pesquisa Agroflorestal do Incaper, conclui-se que o aumento da segurança alimentar das famílias rurais seria possibilitado, justamente, pelas culturas da banana e do palmito consorciadas ao cafeeiro, as quais também representaram sistemas mais eficientes de uso da terra que os monocultivos, o que foi evidenciado pelos índices de equivalência de área superiores a uma unidade.

Além disso, tais consórcios foram os únicos sistemas de produção economicamente viáveis, pois proporcionaram margens líquidas positivas e índices benefício/custo superiores a uma unidade, apesar de terem sido mais exigentes em mão de obra que o café solteiro.

Aprofundando a discussão, sob outra perspectiva, também é pertinente resgatar a questão das lógicas econômicas diferenciadas, ao se comparar os agricultores familiar e patronal. O agricultor patronal, na condição de capitalista, busca maximizar o retorno obtido com o capital investido, por meio dos incrementos de produtividade da terra e do trabalho em seu empreendimento (PETERSEN *et al.*, 2017). Por sua vez, a lógica do agricultor familiar está voltada para a melhoria da remuneração pelo seu trabalho e de sua família, bem como das condições concretas de reprodução social na terra onde vive e produz. Ele busca “otimizar as combinações ou o balanço entre a mão de obra disponível e a base de recursos autocontrolada para obtenção de níveis estáveis e crescentes de renda” (PETERSEN *et al.*, 2017, p. 81).

Com base nisso, torna-se essencial relativizar as conclusões referentes às escolhas dos agricultores, visando compor e direcionar os seus sistemas de produção. Como já citado, são variados os serviços ecossistêmicos que os SAFs podem prestar, como a provisão de alimentos e outros produtos (como plantas medicinais), o que assume notável importância no contexto da agricultura familiar. Assim, a busca da autossuficiência nesses produtos pode prevalecer diante da meta de lucratividade, de tal modo que a avaliação da eficiência de um SAF, em regime familiar, deve ponderar esse aspecto. Nos SAFs capitalistas, ao contrário disso, os desenhos escolhidos tenderão mais à simplificação, priorizando espécies que tenham maior apelo mercadológico para garantir o lucro do produtor.

5 CONCLUSÕES

O estudo revelou que os consórcios do cafeeiro conilon com a pupunha e com a banana (cultivar Japira) foram viáveis, economicamente, obtendo índices benefício/custo iguais a 1,39 e 1,11, respectivamente, o que destaca a importância dessas culturas consorciadas.

Em relação à mão de obra, os consórcios reduzem os gastos com roçadas, porém, as podas de ingá e gliricídia demandam trabalho adicional que não é compensado, na mesma proporção, pela redução nas roçadas. Outro ponto a ressaltar é que nos consórcios, em média, 29,8% dos gastos com mão de obra visam a adubação orgânica.

O custo do composto orgânico nos consórcios representa 70,6% a 74,2% do total gasto com insumos e serviços de terceiros. Isso pode se tornar um fator de desânimo dos agricultores na transição agroecológica, o qual deve ser cuidadosamente considerado.

Os consórcios com pupunha e com banana também foram mais eficientes no uso da terra que o monocultivo do cafeeiro, além de proporcionarem segurança alimentar, o que pode ter um peso relevante na avaliação desses sistemas sob a ótica dos agricultores familiares.

Em suma, o estudo demonstrou o potencial dos consórcios agroflorestais e com culturas perenes para ampliar a sustentabilidade da agricultura familiar, configurando sistemas de produção mais eficientes quanto ao uso da terra e ao retorno econômico, nos casos em que as culturas consorciadas também geram produtos de valor comercial.

REFERÊNCIAS

ALVES, E. 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: 8 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: 9 fev. 2019.

BRIENZA JÚNIOR, S. *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: 8 mar. 2019.

CHAGAS, J. M.; ARAÚJO, G. A. A.; VIEIRA, C. O consórcio de culturas e razões de sua utilização. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n. 118, p. 10-12, out. 1984.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Safras-café-série histórica**. Brasília. Disponível em: <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/index.php/safras/cafe-serie-historica>. Acesso em: 8 mar. 2019.

DAMATTA, F. M. *et al.* O café conilon em sistemas agroflorestais. In: FERRÃO, R. G. *et al.* (Ed.). **Café conilon**. 2. ed. atual. ampl. Vitória-ES: Incaper, 2017. p. 481-493.

DAN, M. L. *et al.* Fitossociologia das plantas infestantes de sistemas consorciados de café conilon no sul do Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS DO ESPÍRITO SANTO, 1., 2015, Alegre. 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.

FARFÁN-VALENCIA, F. **Mantenimiento del componente arbóreo en sistemas agroforestales con café**. Caldas-Colombia: FNC-Cenicafé, 2014. 8 p. Disponível em: <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/486/1/avt0440.pdf>. Acesso em: 4 nov. 2019.

FARFÁN-VALENCIA, F.; BAUTE-BALCÁZAR, J. E. Efecto de la distribución espacial del sombrero de especies 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: 4 nov. 2019.

FLORI, J. E. *et al.* 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: 4 nov. 2019.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. 3. ed. Porto Alegre-RS: UFRGS, 2005. 653 p.

IDOL, T. *et al.* 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: 8 mar. 2019.

LUCENA, H. D. de *et al.* Viabilidade econômica de um sistema agroflorestal com cacau e essências florestais de alto valor comercial em Altamira-PA. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, Porto Velho-RO, v. 8, n. 1, jan./abr. 2016. Disponível em: <http://www.periodicos.unir.br/index.php/rara/article/view/1566/1524>. Acesso em: 27 fev. 2018.

MARQUES, P. C. Utilização de palmeiras 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, M. *et al.* Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo-SP, v. 23, t. 1, p. 123-39, 1976.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT – MEA. **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: 8 mar. 2019.

NAKATA, P. A. *et al.* Sistema Agroflorestal em bases agroecológicas: um estudo sobre a viabilidade econômica e os benefícios ambientais em uma propriedade no estado de Mato Grosso do Sul. **Cadernos de Agroecologia**, [S.l.], v. 9, n. 4, fev. 2015. Disponível em: <http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/16824>. Acesso em: 27 fev. 2018.

PERDONÁ, M. J. *et al.* 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.

PETERSEN, P. *et al.* **Método de análise econômico-ecológica de agroecossistemas**. Rio de Janeiro-RJ: AS-PTA, 2017. 245 p.

PEZZOPANE, J. R. M. *et al.* Avaliações fenológicas e agrônômicas em café arábica cultivado a pleno sol e consorciado com banana 'Prata Anã'. **Bragantia**, Campinas-SP, v. 66, n. 4, p. 701-709, 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052007000400021&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 30 set. 2019.

REIS, R. P. **Fundamentos de economia aplicada**. Ed. rev. e ampl. Lavras-MG: UFLA/FAEPE, 2002. 95 p.

RICE, R. 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_important_are_they. Acesso em: 6 jun. 2019.

RICHETTI, A.; MOTTA, I. de S.; MARIANI, A. Competitividade econômica da produção de café em sistema agroecológico. **Cadernos de Agroecologia**, [S.l.], v. 10, n. 3, p.1-7, 2015. Disponível em: <http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/issue/view/85>. Acesso em: 27 fev. 2018.

RODRIGUES, E. R. *et al.* Avaliação econômica de sistemas agroflorestais implantados para a recuperação de reserva legal no Pontal do Paranapanema. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 1, n. 5, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v31n5/a18v31n5.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2018.

ROMERO-ALVARADO, I. *et al.* Coffee yields and soil nutrients under the shades of *Inga* sp. vs. multiple species in Chiapas, Mexico. **Agroforestry Systems**, Netherlands, v. 54, p. 215–224, jan./jul. 2002. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1016013730154>. Acesso em: 6 jun. 2019.

SALES, E. 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, E. F. *et al.* Desenvolvimento de sistemas agroflorestais com cafezais no estado do Espírito Santo: uma aproximação a uma proposta de transição agroecológica. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 970-973, nov. 2009. Disponível em: <https://revistas.abaagroecologia.org.br/cad/article/view/3715>. Acesso em: 6 jun. 2019.

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: Associação Brasileira de Agroecologia, 2005. 1 CD-ROM.

SILES, P. *et al.* Effects of *Inga densiflora* on the microclimate of coffee (*Coffea arabica* L.) and overall biomass under optimal growing conditions in Costa Rica. **Agroforestry Systems**, Netherlands, v. 78, p. 269-286, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/226276810_Effects_of_Inga_densiflora_on_the_microclimate_of_coffee_Coffea_arabica_L_and_overall_biomass_under_optimal_growing_conditions_in_Costa_Rica. Acesso em: 6 jun. 2019.

SILVA, V. 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, 2013b. Disponível em: <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/2491/860>. Acesso em: 8 out. 2019.

SIQUEIRA, H. M. de. **Transição agroecológica e sustentabilidade dos agricultores familiares**. Vitória-ES: EDUFES, 2014. 170 p.

SIQUEIRA, H. 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**, [S.l.], 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: 5 abr. 2021.

SOMARRIBA, E. 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.

SOUZA, H. N. de. **Sistematização da experiência participativa com sistemas agroflorestais**: rumo à sustentabilidade da agricultura familiar na Zona da Mata mineira. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2006, 127 p. Disponível em: <http://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/5536/texto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 17 mar. 2019.

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

CAPÍTULO 6

AVALIAÇÃO PARTICIPATIVA DA SUSTENTABILIDADE DE LAVOURAS CAFEEIRAS

Davi Salgado de Senna¹

Ana Cláudia Hebling Meira²

Dirceu Godinho Antunes³

Halloysio Mechelli de Siqueira⁴

João Batista Silva Araújo⁵

Aline Chaves Pereira⁶

1 INTRODUÇÃO

O presente capítulo apresenta resultados de pesquisa realizada no âmbito do Projeto Avaliação do Cafeeiro Orgânico em Sistemas Agroflorestais, da Matéria Orgânica, da Equivalência de Área e da Percepção por Agricultores, com vigência durante os anos de 2017 a 2019, executado pelo Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper).

Assim, trazem-se os resultados do subprojeto de avaliação com agricultores (mulheres e homens), cujo objetivo foi realizar avaliações participativas, identificar a percepção dos agricultores sobre os sistemas e realizar a difusão simultânea dos resultados parciais da pesquisa. Este capítulo foi baseado, em parte, no trabalho de Senna *et al.* (2020).

Importante destacar que as lavouras de café conilon do Estado do Espírito Santo estão localizadas, principalmente, em propriedades rurais pequenas e de base familiar. A cafeicultura capixaba possui alta produtividade em cultivos solteiros, baseados na aquisição de insumos externos (adubos minerais e agrotóxicos) e na irrigação (MUNER *et al.*, 2007).

Entretanto, Lopes *et al.* (2014, p. 7) afirmam que tais tecnologias são “[...] caras, ecologicamente instáveis e socialmente dispensáveis [...]”, não atendendo às necessidades dos cafeicultores familiares, além de correr o risco de se inviabilizarem economicamente em períodos de preços baixos do café. Assim, aspectos como a dependência de recursos não renováveis, a escassez de água e a ameaça das mudanças climáticas induzem à necessidade por alternativas sustentáveis.

¹ M.Sc. Agroecologia, Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas da UFV, davi_ssenna@yahoo.com

² D.Sc. Desenvolvimento Rural, Professora e Pesquisadora da Ufes

³ Especialista em Agroecologia, Extensionista do Incaper

⁴ D.Sc. Produção Vegetal (com ênfase em Socioeconomia), Professor e Pesquisador da Ufes

⁵ D.Sc. Fitotecnia - Agroecologia, Pesquisador do Incaper

⁶ M.Sc. Extensão Rural, Extensionista do Incaper

Entre as alternativas com potencial de aliar conservação e produtividade, destacam-se os sistemas agroflorestais (SAFs). São formas de uso e manejo dos recursos naturais, nas quais espécies perenes (árvores, arbustos, palmáceas) são utilizadas em associação com cultivos agrícolas e/ou com animais no mesmo terreno, de maneira simultânea ou numa sequência temporal (MONTAGNINI, 1992).

Na pesquisa e difusão de SAFs, abordagens participativas com agricultores se tornam essenciais “[...] porque a complexidade e variabilidade dos sistemas fazem com que a relevância e a aceitabilidade das mudanças de uso da terra sejam, frequentemente, muito específicas para cada situação [...]” (SCHERR, 1991; COOPER *et al.*, 1996 *apud* CARDOSO, 2003, p. 1).

Segundo Rocheleau (1991), as abordagens participativas representam uma maneira de expandir as capacidades de pesquisa em SAFs, nas condições complexas enfrentadas pelas populações rurais, combinando as percepções e os esforços de técnicos e agricultores. Para avaliação de sistemas agrícolas, a metodologia do Diagnóstico Rural Participativo fornece um conjunto de técnicas e ferramentas que foram aqui utilizadas (VERDEJO, 2006).

Como forma de análise e interpretação dos dados obtidos, partiu-se do pressuposto de que os agricultores se expressam por meio das representações sociais que são compartilhadas em suas relações grupais ou comunitárias e construídas a partir de suas experiências. As representações sociais “[...] guiam na maneira de nomear e definir em conjunto os diferentes aspectos de realidade cotidiana, na maneira de interpretá-los, estatuí-los e, se for o caso, de tomar uma posição a respeito e defendê-la.” (JODELET, 1989, p. 31).

Assim, este capítulo apresentará, nos itens que se seguem, breve discussão sobre aspectos teórico-metodológicos acerca das representações sociais e das abordagens da pesquisa participativa, a descrição da experiência concreta com o referido subprojeto, a apresentação e discussão dos seus resultados e as considerações finais.

2 DESCRIÇÃO DO CAMPO EMPÍRICO

O processo de avaliação da sustentabilidade foi realizado de modo participativo, em 2017 e 2018, na Unidade de Pesquisa Agroflorestal com Cafeeiro Conilon, da Fazenda Experimental Bananal do Norte, do Incaper, no Distrito de Pacotuba, Município de Cachoeiro de Itapemirim-ES, Sul do Estado do Espírito Santo, com latitude 20°45’15” S, longitude 41°17’05” W e altitude de 120 m (Figura 1).



Figura 1 – Vista panorâmica da área de estudo, na Fazenda Experimental Bananal do Norte.

Fonte: Foto de Pedro Mendes.

A unidade foi instalada em janeiro de 2013 em uma área de 6.120 m², dividida em talhões de 1.224 m², referentes a cinco tratamentos, sendo um com cafeeiro conilon (*Coffea canephora* Pierre) solteiro e quatro em consórcio com as seguintes plantas: ingá de metro (*Inga edulis* ‘Mart.’); bananeira (cultivar Japira, híbrido do grupo AAAB, das espécies *Musa acuminata* e *Musa balbisiana*); gliricídia (*Gliricidia sepium* ‘Jacq. Steud’); e palmeira-pupunha (*Bactris gasipaes* ‘Kunth’). Todos os tratamentos foram conduzidos com manejo orgânico.

3 ASPECTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

Como premissa teórica, adotou-se a perspectiva da Teoria das Representações Sociais (TRS), cujo principal precursor foi Serge Moscovici. Essa teoria foi desenvolvida para tornar possível a compreensão de quais mecanismos contribuem para a construção do senso comum ou, em outras palavras, “[...] compreender a construção do conhecimento cotidiano, seus modos de funcionamento e uso na vida diária para entender os processos que estão na base das mudanças de pensamento e das práticas sociais” (ALMEIDA; SANTOS, 2011, p. 288).

Ainda de acordo com as mesmas autoras, ao desenvolver a TRS, seus precursores também buscavam compreender de que maneira o conhecimento científico poderia impactar as mudanças históricas, o pensamento e os projetos sociais, a cultura das pessoas, seus comportamentos, entre outros. Para tanto, considerando os debates da época, Moscovici defendeu a tese de que entre a ciência, por um lado, e a ideologia, por outro, existe o

senso comum, e que, este último, constitui-se no “[...] elemento que liga a sociedade ou o indivíduo à sua cultura, à sua linguagem, enfim, a um mundo que lhe é familiar” (ALMEIDA; SANTOS, 2011, p. 288).

Assim, acredita-se que apoiar a análise da avaliação dos agricultores na TRS, acerca da sustentabilidade das lavouras cafeeiras em consórcios agroflorestais, permite compreender suas representações sobre sua experiência cotidiana no cultivo de cafeeiros solteiros e como eles percebem, a partir do senso comum, os experimentos com cultivos de cafeeiros consorciados.

Importante destacar que as representações sociais são “uma modalidade de conhecimento particular tendo a função de elaboração dos comportamentos e da comunicação entre os indivíduos” (MOSCOVICI, 2012, p. 27). Trata-se, portanto, de pensamento/conhecimento cotidiano que se situa na interseção entre o individual e o social. Pode-se dizer que as representações sociais dizem respeito ao conjunto dos conhecimentos e significados elaborados e compartilhados em sociedade, que tem uma orientação prática de organização e de domínio do meio e que participa do estabelecimento de uma visão da realidade comum a um grupo social (JODELET, 1991, p. 668 *apud* ALMEIDA; SANTOS, 2011, p. 291/292).

Constituídas por um conjunto de códigos que permitem a comunicação entre os diversos indivíduos pertencentes a um determinado grupo social, as representações sociais funcionam como moduladoras do pensamento e reguladoras das dinâmicas sociais, atuando “como guias de interpretação e organização da realidade, fornecendo os elementos para que os sujeitos se posicionem diante dela e definam a natureza de suas ações sobre essa realidade” (ALMEIDA; SANTOS, 2011, p. 292).

Ainda de acordo com Almeida e Santos (2011), por serem um saber do senso comum, as representações sociais permitem aos indivíduos integrar novidades aos saberes anteriores, transformando-as em algo compreensível, assimilável, que possibilita melhor explicação da realidade e orientações práticas, além de ter um papel determinante da definição dos comportamentos adotados. É também por essa característica que se julgou pertinente utilizar a TRS para avaliar, do ponto de vista dos agricultores, os avanços científicos na pesquisa de avaliação do cafeeiro orgânico em SAFs.

Bertoni e Galinkin (2017) afirmam que, mesmo habitando o chamado senso comum, as representações sociais podem ser analisadas como ciência, pois os indivíduos representam o mundo a partir dos estímulos que recebem do meio social em que vivem. As representações sociais, portanto, pertencem ao universo consensual. Assim, perguntas como “O que os indivíduos pensam?”, “Por que pensam?” e “Como pensam?”, acerca de um tema/problema do cotidiano são fundamentais nos estudos das representações sociais.

Mais do que dados da pesquisa, as representações sociais são processos contínuos de construção do pensamento/conhecimento acerca do mundo que se dá por meio dos processos que Moscovici (2005, *apud* BERTONI; GALINKIN, 2017) denomina “objetivação e ancoragem”.

Ancoragem e objetivação [...]. A primeira mantém a memória em movimento e a memória é dirigida para dentro, está sempre colocando e tirando objetos, pessoas e acontecimentos, que ela classifica de acordo com um tipo e os rotula com um nome. A segunda, sendo mais ou menos direcionada para fora (para outros), tira daí conceitos e imagens para juntá-los e reproduzi-los no mundo exterior, para fazer as coisas conhecidas a partir do que já é conhecido (MOSCOVICI, 2005, p. 78, *apud* BERTONI; GALINKIN, 2017, p. 105).

Destaca-se que a memória dos agricultores acerca de sua prática agrícola, em especial a prática do cultivo do café solteiro, quando confrontada com os experimentos realizados com café consorciado, provoca a necessidade de reinterpretação da realidade e ressignificação de suas práticas de manejo das culturas, produzindo novos conhecimentos a partir de coisas já conhecidas.

Outra premissa teórica adotada no estudo aqui relatado é a da pesquisa participativa. Entende-se que, se o objetivo é capturar as representações sociais dos agricultores, capazes de expressar sua avaliação acerca do experimento realizado, a participação dos agricultores é fundamental.

Sabe-se, porém, que há um grande debate em torno das modalidades de pesquisa qualitativa, que são denominadas como observação participante, participação observante ou pesquisa participante, e pesquisa participativa ou pesquisa-ação. Essa divergência é fundamentada em princípios epistemológicos, no debate sobre cientificidade e no que se refere ao grau de participação do pesquisador ou do participante da pesquisa (PERUZZO, 2017).

O Quadro 1 apresenta uma síntese adaptada de Peruzzo (2017) que pretende colocar em evidência as principais diferenças entre as diversas concepções de pesquisa participativa apontadas pela autora. Entre as distinções feitas, destacam-se o grau de participação do pesquisador, de seu envolvimento com o grupo pesquisado, o grau de participação do participante da pesquisa, o nível de engajamento das pessoas do grupo pesquisado, em especial, na definição do problema da pesquisa.

Do ponto de vista epistemológico, para a realização deste estudo, adotou-se a perspectiva do construtivismo, que está na base do desenvolvimento da TRS, conforme apontam Almeida e Santos (2011), Bertoni e Galinkin (2017) e outros. Considerou-se, portanto, a premissa de que a realidade não está dada, ao contrário, ela é construída por meio da relação sujeito-sujeito de pesquisa. Para o estudo aqui relatado, buscou-se realizar a modalidade “participação observante ou pesquisa participante”.

Assim, agricultores familiares da região Sul do Espírito Santo, dos municípios de Alegre, Cachoeiro de Itapemirim e Guaçuí, foram mobilizados para participar de oficinas na Unidade de Pesquisa Agroflorestal do Incaper com objetivo de conhecer os consórcios agroflorestais testados (café com ingá, café com banana, café com gliricídia e café com pupunha) e fazer a avaliação participativa da sustentabilidade desses experimentos, de modo a expressar suas visões sobre os efeitos das mudanças técnicas em suas realidades. Realizaram-se três oficinas, nas quais os métodos utilizados foram a caminhada transversal (ou travessia), a discussão e a sistematização em grupo e a matriz de critérios e opções (comparativa).

Quadro 1 – Formas distintas de pesquisa participativa

Observação Participante	Participação Observante / Pesquisa Participante	Pesquisa Participativa / Pesquisa-Ação
a) O pesquisador se insere no grupo pesquisado, participando de suas atividades na condição de observador. b) O observador pode ser “revelado” ou “encoberto”, ou seja, o grupo pode ter ou não conhecimento de que está sendo investigado. c) O pesquisador é autônomo no processo de pesquisa. O grupo investigado não interfere nos planos da pesquisa, na definição dos objetivos, nem no tipo de informações registradas e nas interpretações dadas ao que for observado.	a) O pesquisador se insere no grupo pesquisado, participa de todas as suas atividades, ou seja, acompanha e vive a situação concreta que abriga o objeto de sua investigação. b) O investigador interage como participante do grupo. Além de observar, ele se envolve, tem direito a voz e pode assumir algum papel no grupo. c) O grupo pesquisado conhece os propósitos e as intenções do investigador, e normalmente concordou previamente com a realização da pesquisa. d) O vínculo do pesquisador com o grupo investigado pode ser anterior ou a partir do início da pesquisa. e) O pesquisador, em geral, compromete-se a devolver os resultados da investigação ao grupo ou à comunidade pesquisada.	a) O pesquisador se insere no grupo pesquisado e participa de todas as suas atividades, ou seja, ele acompanha e vive intensamente a situação concreta que abriga o “objeto” – agora elevado à condição de sujeito. b) O investigador interage como membro do grupo, porém há situações em que seu papel de pesquisador é nítido ao desempenhar a função de coordenar a investigação. c) O pesquisador pode ser membro do grupo ou apenas se inserir nele para realizar a pesquisa. d) O grupo pesquisado não só conhece os propósitos e as intenções do investigador, como também concordou previamente com a realização da pesquisa e colaborou na definição de seus traços fundamentais. e) A pesquisa implica engajamento das pessoas do grupo ou da comunidade no processo da pesquisa e na formulação do problema. f) A pesquisa tem o propósito de contribuir para a solução de alguma dificuldade ou um problema real do grupo pesquisado. g) Os resultados – e o próprio processo da pesquisa – revertem em benefício do grupo, pois servem para o autoconhecimento e de subsídios para o encaminhamento de soluções demandadas <i>in loco</i>.

Fonte: Adaptado de Peruzzo (2017).

De acordo com Verdejo (2006, p. 36),

A travessia permite obter informação sobre os diversos componentes dos recursos naturais, a vida econômica, as moradias, as características de solos etc. É realizada por meio de uma caminhada linear, que percorre um espaço geográfico com várias áreas de uso e recursos diferentes. Ao longo da caminhada se anotam todos os aspectos que surgem pela observação dos participantes em cada uma das diferentes zonas que se cruzam. Posteriormente se elabora um diagrama da travessia ou caminhada transversal. É a ferramenta da primeira fase do diagnóstico da pesquisa. Frequentemente é a primeira que se utiliza num DRP (Diagnóstico rural participativo).

A caminhada transversal foi realizada nas três oficinas que ocorreram na referida unidade de pesquisa, para que os presentes conhecessem o experimento e pudessem elaborar indicadores para avaliá-lo e proceder à avaliação propriamente dita. De acordo com Prescott-Allen (1999, *apud* BELLEN, 2006, p. 162),

Todo o processo de avaliação deve ser conduzido de maneira que permita a utilização de diferentes indicadores ou arranjos alternativos; os atores sociais envolvidos devem conhecer os dados, que são as bases dos indicadores, juntamente com as interpretações e julgamentos envolvidos na sua escolha, cálculo e combinação.

A discussão acerca dos indicadores para a avaliação e a sistematização das propostas ocorreu em grupo nas três oficinas, visando estimular a troca de saberes entre os participantes, registrar e sistematizar as discussões e considerações sobre a Unidade de Pesquisa Agroflorestal.

Foram definidos, pelos agricultores participantes da pesquisa, indicadores de sustentabilidade para apoiar a avaliação dos sistemas de manejo com café conilon. O uso de indicadores de sustentabilidade, em conjunto com metodologias participativas, possui potencial para avaliar as dimensões ambiental, econômica e social dos agroecossistemas (DOURADO, 2021).

Segundo Akpoti *et al.*, (2019), os indicadores são ferramentas absolutas de medição ambiental. Possibilitam a comparação entre o presente e a situação passada ou futura, evidenciando até que ponto os objetivos da sustentabilidade são alcançados. Verona (2010, p. 58) destaca que a utilização de indicadores para a avaliação de agroecossistemas “é extremamente importante para operacionalizar o que denominamos por sustentabilidade e para quantificar, descrever concretamente, a situação dos agroecossistemas”.

De acordo com Vivan e Floriani (2004), os indicadores de sustentabilidade devem ser de baixo custo, fácil monitoramento e adaptáveis a situações diversas, produzindo dados dentro de um padrão de variação viável para futuros contrastes.

É importante destacar que, para evitar que os agricultores fossem induzidos a determinados pensamentos e opiniões sobre os resultados da pesquisa experimental que havia sido conduzida, tais resultados não foram apresentados a eles antes das oficinas de avaliação.

Após a definição dos indicadores, o experimento foi avaliado com a utilização da ferramenta “matriz de critérios e opções” para tornar possível a comparação entre os diferentes consórcios e o café solteiro. “As matrizes, em geral, comparam diferentes opções para poder classificá-las,

analisá-las, hierarquizá-las ou avaliá-las. Para isto se trabalha com critérios que permitem fazer estas comparações” (VERDEJO, 2006, p. 45).

Para a montagem da matriz de critérios, foi utilizado o método Delphi adaptado que, de acordo com Montandon *et al.* (2015) e Carmo *et al.* (2016), consiste na atribuição de notas aos indicadores de acordo com o consenso das avaliações e opiniões de diversos especialistas, agricultores familiares e cafeicultores (no caso deste trabalho), visto que avaliar um fenômeno complexo baseado em diversas opiniões é mais adequado para validar a avaliação. Assim, as notas aferidas para cada indicador variaram de 1 a 5, em que as notas mais próximas de 1 são menos sustentáveis e as mais próximas de 5 atribuem maior sustentabilidade.

A seguir, apresenta-se a descrição detalhada da experiência, de modo a expor os dados obtidos.

4 DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA

Como exposto, os agricultores familiares do Sul do Espírito Santo participaram de três oficinas na Unidade de Pesquisa Agroflorestal com Cafeeiro Conilon do Incaper, que seguem aqui relatadas.

A primeira oficina (Figura 2) ocorreu em março de 2017, visando apresentar a Unidade Experimental aos agricultores e iniciar a elaboração dos indicadores de sustentabilidade que seriam considerados na avaliação dos sistemas testados, com base nas representações sociais expressas pelos 20 agricultores participantes dessa oficina.



Figura 2 – Caminhada transversal durante oficina de avaliação.

Além dos agricultores familiares, estiveram presentes: agentes de extensão rural e um pesquisador do Incaper, um professor da Ufes, estudantes da Escola Família Agrícola de Cachoeiro de Itapemirim e os bolsistas de apoio técnico do projeto.

Nessa oficina, foi apresentado aos participantes um breve resgate do histórico da unidade, a explanação do pesquisador sobre os consórcios agroflorestais testados, a caminhada transversal pela área, a análise de pontos fortes e fracos de cada um dos sistemas observados e o início da elaboração dos indicadores de sustentabilidade.

Para a caminhada transversal, os agricultores foram divididos em dois grupos e foi solicitado que cada participante indicasse algum aspecto que lhe chamou a atenção e que deveria ser considerado no momento da avaliação do experimento. Com a participação de todos, as impressões de cada participante foram registradas conforme destacado no Quadro 2.

Ao se analisar as percepções apresentadas pelos agricultores no Quadro 2, verifica-se, claramente, que se trata de uma reação baseada na experiência cotidiana, portanto, no senso comum, que emerge a partir do acionamento de suas memórias acerca do cultivo do café solteiro que já praticam em suas propriedades. Trata-se aqui do momento de ancoragem. Os elementos relativos ao desenvolvimento das plantas, ao solo, à irrigação, à presença/ausência de pragas e doenças, à mão de obra, à rentabilidade dos produtos passíveis de comercialização, entre outros, são considerados importantes para a avaliação dos cafeeiros em geral e, a partir de uma busca interna, reflexiva, os agricultores os trazem aqui para avaliar os cafeeiros consorciados, objeto do experimento testado.

Quadro 2 – Percepções dos agricultores acerca dos experimentos

(continua)

Grupo 1	Grupo 2
Baixo sombreamento da área com pupunha.	Presença de capim-colonião muito agressivo na parcela do café solteiro.
Desenvolvimento do café (planta).	Produtividade desigual nas parcelas.
Decomposição rápida.	Depósito de material podado junto às plantas pode provocar deficiência de nutrientes.
Produção de forragem.	Mão de obra: conforto, facilidade, menor necessidade de capina.
Rentabilidade dos produtores (banana e palmito).	Espécie / variedade (companheira e 2ª renda).
Possibilidade de poda drástica na gliricídia.	Baixa produção do café na parcela com o ingá.
Nas parcelas com mais matéria orgânica, a umidade do solo é maior.	Solo (umidade, matéria orgânica, cor, textura, compactação).
Maior área foliar do café nas parcelas sombreadas.	Cobertura do solo com capim-de-pernambuco.

(conclusão)

Grupo 1	Grupo 2
Qualidade do café (fruto) – (pupunha).	Desenvolvimento do café, seus ramos, folhas etc.
Diversidade de produtos (café, pupunha, banana e ingá).	Necessidade de cuidados na poda de ingá, para evitar a quebra de galhos do café.
Sombreamento gerando conforto térmico.	Sombreamento.
Maior quantidade de matéria verde depositada no solo.	Mato presente (quantidade e variedade).
Nas parcelas sombreadas, a incidência de doenças e pragas está menor.	Maturação do café.
Ciclagem de nutrientes.	Resiliência (sofrer menos com a seca).
Produção do café.	Produtividade baixa do café solteiro.
Doenças e pragas.	Excesso de sombreamento em algumas parcelas.
Tombamento das hastes de café.	Doença foliar no café solteiro.
Queima de café.	Maior variedade e crescimento de plantas espontâneas no café solteiro.
	Baixa qualidade do fruto no café solteiro.
	Influência da irrigação no desenvolvimento das plantas.

É importante registrar que as percepções apontadas na primeira oficina ainda eram provisórias, registrando a primeira impressão que deveria, a partir da busca de consensos, do compartilhamento social do conhecimento e da experiência, ser objetivada, quando completado o processo de construção dos indicadores e da avaliação nas oficinas seguintes.

A segunda oficina (Figura 3) ocorreu em novembro de 2017, com grande parte dos participantes da oficina anterior. Nela foi retomada a elaboração dos indicadores de sustentabilidade, momento em que os agricultores presentes puderam relembrar o que havia sido debatido no evento anterior. Os moderadores do encontro apresentaram uma proposta de sistematização da discussão da oficina anterior (Quadro 3) em que foram agrupadas as percepções dos agricultores por temas.



Figura 3 – Grupo observando o consórcio do café conilon com a gliricídia.

Quadro 3 – Indicadores propostos na segunda oficina, agrupados por tema

(continua)

Indicador de Sustentabilidade Sanidade dos Cultivos	Indicador de Sustentabilidade Qualidade do Solo	Indicador de Sustentabilidade Mão de Obra	Indicador de Sustentabilidade Retorno Econômico
Produção do café.	Cobertura do solo.	Economia de mão de obra.	Renda da planta companheira.
Produção da banana.	Erosão.	Facilidade de manejo do mato.	
Produção de palmito-pupunha.	Compactação do solo.	Conforto de mão de obra.	
Sombreamento do café.	Retenção de água.	Mão de obra qualificada.	
Tombamento das hastes do café.	Cor, odor e matéria orgânica.	Facilidade de manejo na colheita.	

(conclusão)

Indicador de Sustentabilidade Sanidade dos Cultivos	Indicador de Sustentabilidade Qualidade do Solo	Indicador de Sustentabilidade Mão de Obra	Indicador de Sustentabilidade Retorno Econômico
Maturação do café.	Estrutura do solo.		
Qualidade dos frutos.			
Resiliência.			
Resistência a doenças e pragas.			
Competição e redução do mato.			

Logo depois, foi apresentada a metodologia de avaliação e formaram-se dois grupos entre os participantes com objetivo de caminhar pela área e testar os indicadores de avaliação de sustentabilidade até então propostos. Ao observar o café solteiro, os agricultores elencaram os indicadores apresentados no Quadro 4, apontando as características observadas por meio da expressão de algumas percepções possíveis em razão de seu conhecimento cotidiano acerca do cultivo do café.

Quadro 4 – Indicadores propostos, características observadas e comentários dos agricultores na avaliação do café solteiro

(continua)

Indicadores	Características Observadas	Comentários dos Agricultores
Produção do café.	Vigor das plantas (enfolhamento, cor, floração, desenvolvimento das hastes e ramos).	“Produção fraca, porque a flor já abortou quase tudo.” “A rama não desenvolveu, portanto, a produção será menor.” “As hastes do café solteiro estão muito altas e com poucos brotos.”
Resistência à doenças e pragas.	Condição das folhas novas, limite de ataque acima de 70% das folhas.	“Muito difícil encontrar lavoura que não tenha doença e praga.”

(conclusão)

Indicadores	Características Observadas	Comentários dos Agricultores
Competição e redução de plantas espontâneas.	Quantidade e localização de plantas espontâneas.	“Se deixar, o mato vai competir por água na época seca.” “O mato não está na projeção da copa do café, está mais no centro da linha por causa da matéria orgânica que é depositada em volta do pé de café. Por isso, não tem competição. O mato está ajudando, evitando a erosão da terra.”
Compactação do solo.	Teste de penetração da enxada a 40 cm de profundidade.	“Após duas enxadadas o enxadão penetrou 40 cm.” “A terra não está dura e tem presença de raízes até no meio da entrelinha.”
Retenção de água.	Teste de umidade com a mão (apertar o torrão de solo) e presença e tipo de cobertura.	“Tudo o que tem no chão, cobertura viva e morta, segura a água na terra.”
Erosão.	Declividade e cobertura.	“O local é plano, e o manejo é de roçadeira, não tem erosão.”
Cor, odor e matéria orgânica.	A cor como indicador de matéria orgânica.	“Médio em função da adubação orgânica.”
Estrutura do solo (agregados).	Presença de agregados em função da existência de matéria orgânica.	
Economia de mão de obra.	Quantidade de mão de obra.	“Gasta mais tempo no manejo por causa da roçada.”
Facilidade de manejo das plantas espontâneas.	Em função do tipo de cobertura.	“Tem o capim-colonião que é muito difícil de limpar.”
Conforto de mão de obra.	Ausência de sombra e tipo de cobertura do solo.	
Facilidade de manejo na colheita.	Manejo de poda.	“É fácil porque está podada, sem broto, não está trançando.”

Ao observar o consórcio de café com ingá, os agricultores elencaram os indicadores apresentados no Quadro 5.

Quadro 5 – Indicadores propostos, características observadas e comentários dos agricultores na avaliação do café com ingá

(continua)

Indicadores	Características Observadas	Comentários dos Agricultores
Produção do café (atual e potencial).	Abortamento, vigor das plantas e comprimento dos ramos.	“Foram observados abortamentos, mas apresenta hastes mais longas.”
Sombreamento do café.	O nível de sombreamento é o ideal (30%).	
Tombamento das hastes do café.	Percentual de tombamento.	“Mais tombada por causa da sombra, porque a tendência é crescer procurando luz.” “Entre 70 a 80% de plantas tombadas.”
Resiliência.	Sofrer menos com a seca.	“É alta, graças à sombra que ele recebeu.”
Resistência a doenças e pragas.	Condição das folhas novas, limite de ataque acima de 70% das folhas.	“Até 20% não usa nada para combater.”
Competição e redução de plantas espontâneas.	Quantidade e localização de plantas espontâneas.	“Presença de tiririca e capim-de-pernambuco que não competem.”
Compactação do solo.	Teste de penetração da enxada a 0,40 m de profundidade.	“Fácil cavar. Solo macio.”
Retenção de água.	Teste de umidade com a mão (apertar o torrão de solo) e presença e tipo de cobertura.	“O tipo de capim proporciona maior cobertura, aumentando a retenção de água.” “A sombra também ajuda.”
Cobertura do solo.	Cobertura viva e morta.	“No pé do café tem muita cobertura morta (composto orgânico) e deve segurar mais água.”
Erosão.	Declividade e cobertura.	“Não existe.”
Cor, odor e matéria orgânica.	A cor como indicador de matéria orgânica.	“Apresentou uma cor melhor.”
Economia de mão de obra.	Quantidade de mão de obra.	“Gasta mais tempo na roça por causa dos ramos tombados.”

(conclusão)

Indicadores	Características Observadas	Comentários dos Agricultores
Facilidade de manejo das plantas espontâneas.	Em função do tipo de cobertura.	“Não tem dificuldade na roçada por causa do tipo de capim.”
Conforto de mão de obra.	Ausência de sombra e tipo de cobertura do solo.	“É médio por causa dos galhos.”
Mão de obra qualificada.	Necessidade de mão de obra qualificada.	“Subir nas árvores para podar é fácil!” “Tem que ter cuidado para podar e não cair em cima do café, e tem o risco de acidente.”
Facilidade de manejo na colheita.	Manejo de poda.	“Difícil manejar com o pano (por causa dos galhos tombados), já com a peneira é mais tranquilo.”

Após a avaliação do experimento pelos dois grupos, formou-se uma roda para apresentação das avaliações e checagem dos indicadores. Verificou-se que em alguns indicadores os grupos utilizaram parâmetros diferentes, gerando pontuações divergentes. Percebeu-se, então, a necessidade de definir melhor os parâmetros de avaliação para cada indicador. Outra necessidade percebida foi a de inclusão de alguns indicadores e exclusão de outros.

Assim, após ampla discussão, chegou-se à definição de 17 indicadores, organizados em quatro quesitos: 1) Desenvolvimento dos cultivos; 2) Qualidade do solo; 3) Mão de obra; 4) Retorno econômico. Nesse momento, também foram definidos os meios de verificação de cada indicador, conforme o Quadro 6.

Quadro 6 – Indicadores de avaliação e meios de verificação

(continua)

Indicadores de Sustentabilidade por Quesito	
Desenvolvimento dos Cultivos	Meios de Verificação
Produção do café.	Abortamento, vigor (cor) das folhas, área foliar, comprimento dos ramos, relação entre roseta por hastes.
Produção da banana.	Cor das folhas, desbrota para o controle da touceira e cor do cacho.
Produção de palmito-pupunha.	Cor/vigor das plantas e número de perfilhos.
Tombamento das hastes do café.	Percentual de hastes tombadas na parcela.

(conclusão)

Indicadores de Sustentabilidade por Quesito	
Desenvolvimento dos Cultivos	Meios de Verificação
Desenvolvimento dos frutos.	Número de rosetas, comprimento das hastes e número e vigor das brotações.
Resistência a doenças e pragas.	Percentual de infestação.
Competição e redução do mato.	Presença, quantidade e variedade do mato.
Qualidade do Solo	Meios de Verificação
Cobertura do solo.	Cobertura viva e morta.
Estrutura do solo.	Presença de agregados e de matéria orgânica.
Umidade.	Teste da mão (apertar o torrão de solo).
Matéria orgânica.	Cor mais clara => pior / cheiro de matéria orgânica => melhor.
Mão de Obra	Meios de Verificação
Economia de mão de obra.	Necessidade de poda e de roçada.
Facilidade de manejo do mato.	Tipo de cobertura do solo.
Conforto de mão de obra.	Influência do tombamento, do sol e do tipo de cobertura do solo.
Mão de obra qualificada.	Segurança do trabalhador; risco de quebra das plantas do cafeeiro.
Facilidade de manejo na colheita.	Presença de tombamento das hastes; e galhos das árvores.
Retorno Econômico	Meios de Verificação
Renda dos cultivos.	Volume de produção; demanda e preço de mercado.

A terceira oficina ocorreu em abril de 2018, mantendo os participantes das anteriores. Inicialmente, foram apresentados os indicadores e os meios de verificação de cada indicador que seriam considerados na avaliação. Depois, os agricultores foram divididos em cinco grupos para realizar a avaliação de cada talhão/sistema (café solteiro, café com ingá, café com banana, café com pupunha e café com gliricídia), percorrendo a área. Todos os grupos avaliaram todos os talhões. Cada grupo recebeu uma ficha de avaliação para que fossem atribuídas notas para cada indicador a ser verificado conforme os meios de verificação definidos.

Após todos os grupos realizarem as avaliações, as notas foram transcritas para o quadro de moderação para permitir que todos os presentes conhecessem (e pudessem opinar) as notas atribuídas para cada indicador em cada um dos sistemas avaliados (Figura 4).



Figura 4 – Momento das colocações em comum, após avaliação.

Trabalhou-se, então, com o método da matriz de critérios e opções, para efeito de avaliação comparativa dos diferentes sistemas. Nas colunas, foram colocados os sistemas testados (opções), que são os quatro consórcios e o café solteiro, enquanto nas linhas aparecem os indicadores de sustentabilidade (critérios). Foram atribuídas notas a cada sistema de cultivo, numa escala de 1 a 5. Quanto maior a nota, maior a ação positiva no campo da sustentabilidade do indicador sobre o sistema analisado, em comparação com os demais sistemas. Assim, após ampla discussão entre os presentes, os resultados finais foram apresentados a todos, debatidos e acordados conforme apresentaremos a seguir.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os indicadores elaborados contemplam aspectos fitotécnicos, ambientais e socioeconômicos que são relevantes, do ponto de vista dos agricultores, para avaliar a sustentabilidade da cafeicultura. O processo de definição foi muito rico, pois possibilitou uma densa reflexão, procurando conhecer e resgatar a avaliação dos agricultores sobre a sustentabilidade dos sistemas testados.

A seguir, na Tabela 1, constam os indicadores de sustentabilidade considerados e os resultados da avaliação do café solteiro e dos consórcios. Importante destacar que as notas de cada indicador, presentes nas análises que se segue, foram obtidas se aferindo a média aritmética das notas atribuídas por cada um dos cinco grupos de avaliadores, para cada um dos indicadores definidos.

Tabela 1 – Resultados da avaliação dos tratamentos testados

Grupos de Indicadores	Indicadores de Sustentabilidade	Café Solteiro	Café e Ingá	Café e Banana	Café e Gliricídia	Café e Pupunha
Desenvolvimento dos Cultivos	Produção do café	2,4	4,2	3,8	1,8	3,6
	Produção da banana	–	–	4,6	–	–
	Produção de palmito-pupunha	–	–	–	–	5
	Menor tombamento das hastes do café	3,2	2,8	3,2	2,2	3,2
	Desenvolvimento dos frutos	2,8	4,6	4	1,8	3,6
	Resistência a doenças e pragas	3	4	4,2	3	4,2
	Competição e redução do mato	2,6	4,4	4	2,6	3,6
	Média Desenv. dos Cultivos	2,8	4,0	4,0	2,3	3,9
Qualidade do Solo	Cobertura do Solo	2,8	4	4,6	3,8	3,6
	Estrutura do Solo	2,8	4,4	4,2	4	4
	Umidade	3,2	4,4	4,2	4,6	3,6
	Matéria Orgânica	3	4	4	4,2	3,6
	Média Qualidade do Solo	3,0	4,2	4,3	4,2	3,7
Mão de Obra	Economia de mão de obra	3,2	3,2	3	2,8	3,8
	Facilidade de manejo do mato	3,4	3,8	4	3,2	3,8
	Conforto de mão de obra	2,6	3,8	3,8	2,2	3,2
	Mão de obra qualificada	3,4	3	3,4	3	3,8
	Facilidade de manejo na colheita	4,2	4	3,8	3,8	4,2
	Média mão de obra	3,4	3,6	3,6	3,0	3,8
Retorno Econômico	Renda dos cultivos	2	3	4,8	2	4,8
Média Geral		2,8	3,7	4,2	2,9	4,0

De acordo com a avaliação dos agricultores sobre os indicadores de sustentabilidade, observa-se que o consórcio de café com banana teve a maior pontuação média geral, seguido pelos consórcios de café com pupunha e café com ingá. O consórcio de café com gliricídia e o cafeeiro solteiro tiveram as menores pontuações na média geral, caracterizando-se como os sistemas de uso e manejo com menor sustentabilidade, de acordo com os agricultores participantes das oficinas de avaliação. Esses resultados reforçam a afirmativa de Pezzopane *et al.* (2005), de que as lavouras de café conilon consorciadas com espécies frutíferas e arbóreas possuem maior sustentabilidade em relação aos sistemas em monocultivo.

Considerando-se as médias do quesito “desenvolvimento dos cultivos” (Tabela 1), verifica-se, em primeiro lugar (com maior nota), os consórcios de café com ingá e café com banana. O consórcio de café com gliricídia obteve a pior avaliação. Após analisar cada um dos indicadores do quesito “desenvolvimento dos cultivos” (Figura 5), observa-se que, em termos de produção de café, os agricultores participantes atribuíram notas maiores para os sistemas de café com ingá, seguido por café com banana e café com pupunha, sendo considerados os sistemas mais produtivos.

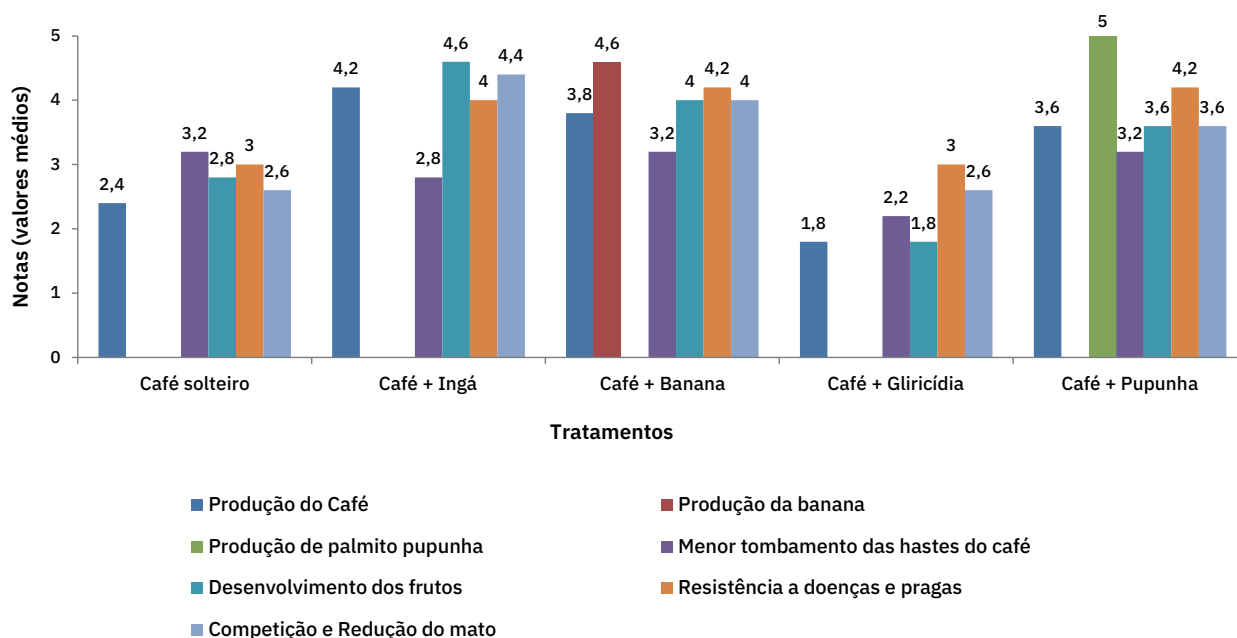


Figura 5 – Notas atribuídas ao quesito “desenvolvimento dos cultivos” para os tratamentos testados.

De acordo com Siqueira *et al.* (2020), as produtividades do café conilon, considerando as médias obtidas em três safras (2016 a 2018), na mesma área de pesquisa, foram maiores nos sistemas de cafeeiro consorciado com ingá e com pupunha, com níveis de 16,51 sc. ha⁻¹ e 16,48 sc. ha⁻¹, respectivamente. Destaca-se que o mesmo estudo verificou que a produtividade do café solteiro foi de 12,58 sc. ha⁻¹, ficando em penúltimo lugar entre os tratamentos testados.

Portanto, nota-se como foram coincidentes as visões dos agricultores e dos pesquisadores (mediante a mensuração objetiva) sobre essa variável, com exceção do caso do café com banana, visto que Siqueira *et al.* (2020) citaram-no como o de menor produtividade (10,99 sc. ha⁻¹).

Sobre o indicador de menor tombamento das hastes, os sistemas de café solteiro, café com banana e café com pupunha obtiveram as maiores notas, indicando os menores níveis de tombamento de hastes nesses sistemas. Os consórcios de café com ingá e café com gliricídia apresentaram menores pontuações, possuindo maior quantidade de hastes tombadas. Senna (2017) encontrou resultados semelhantes, avaliando a desbrota e tombamento do cafeeiro nesses mesmos sistemas de produção, nos quais ocorreram maior número de hastes e plantas tombadas nos tratamentos consorciados com gliricídia e ingá.

Vale destacar que o sistema de café com gliricídia também teve as menores pontuações dos indicadores de desenvolvimento dos frutos, resistência a pragas e doenças e competição e redução do mato, indicando possível correlação desses indicadores com o indicador de produção de café, no qual foi avaliado como de produção.

Sobre o quesito “qualidade do solo”, nota-se que os consórcios de café com banana, ingá e gliricídia apresentaram as maiores médias, seguidos pelo consórcio de café com pupunha. O menor valor médio de qualidade do solo foi atribuído ao sistema de café solteiro (Tabela 1). Resultados semelhantes foram encontrados por Senna (2019), onde as áreas de cafeeiro conilon consorciadas resultaram em melhores condições físicas, índices de agregação do solo e maiores teores de carbono orgânico total, comparativamente ao cafeeiro em monocultivo.

Pela Figura 6, observa-se que o sistema de café com banana teve a maior nota do indicador cobertura do solo, apesar desta maior cobertura do solo não repercutir também em maiores notas dos indicadores de umidade do solo, matéria orgânica e estrutura do solo. O sistema de café com gliricídia teve a maior nota dos indicadores umidade do solo e matéria orgânica. Este último resultado corrobora, em parte, o que foi revelado por Senna (2019), ao concluir que os consórcios de café com gliricídia e com pupunha apresentaram maiores valores de umidade do solo e carbono orgânico total quando comparados aos demais sistemas de uso do solo. Souza *et al.* (2017) também observaram, nos mesmos consórcios de café conilon com pupunha e gliricídia, menores densidade do solo e resistência à penetração, e maiores valores de porosidade total, microporosidade e conteúdo de água no solo. Tais resultados podem ser atribuídos às maiores taxas de decomposição dos resíduos vegetais das espécies gliricídia e pupunha, quando comparados às espécies ingá e banana que apresentaram decomposição lenta e menor liberação de nutrientes (ARAÚJO *et al.*, 2021).

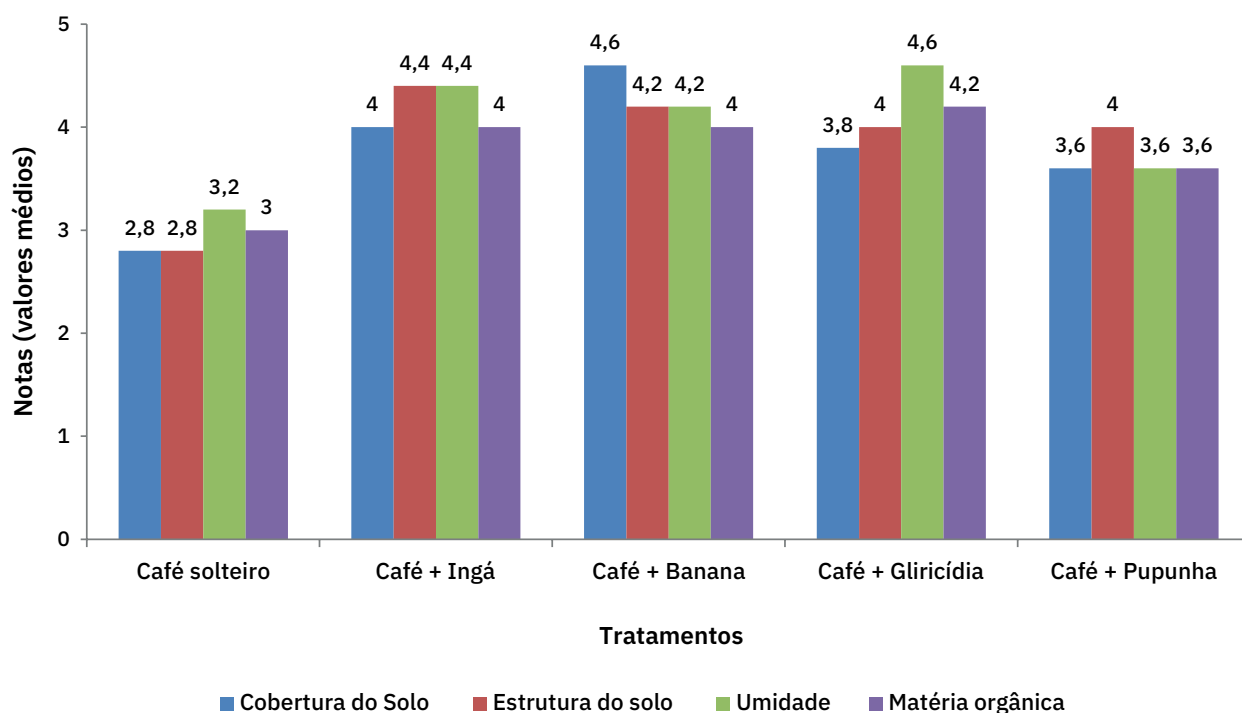


Figura 6 – Notas atribuídas ao quesito “qualidade do solo” para os tratamentos testados.

O cafeeiro em associação com espécies perenes aumenta o aporte de resíduos vegetais nos sistemas de cultivos, resultando em ganhos em termos de carbono orgânico e substâncias húmicas no solo, as quais geram cargas e contribuem para a retenção de água, capacidade de troca de cátions e estabilidade dos agregados do solo (MENDONÇA *et al.* 2010). Segundo Betioli Júnior *et al.* (2012), uma das formas de se incrementar a qualidade estrutural do solo é por meio da conservação e adição de matéria orgânica. A adição de compostos orgânicos em diferentes sistemas de manejo pode trazer benefícios químicos e melhoria na qualidade física e biológica do solo.

Quanto às médias do quesito “mão de obra”, verifica-se que a maior nota foi atribuída ao consórcio café com pupunha, enquanto a menor nota foi atribuída ao consórcio café com gliricídia. Analisando as notas médias atribuídas aos indicadores do quesito “mão de obra” (Figura 7), conclui-se que o consórcio com a pupunha foi percebido como o mais vantajoso quanto ao trabalho dedicado no processo produtivo, exceto no aspecto de conforto de mão de obra. Inclusive, destacando-se como o que foi o mais econômico em termos de demanda de trabalho. Já os consórcios com ingá e com banana, na avaliação dos agricultores, proporcionam o maior conforto para executar as atividades de manejo na lavoura cafeeira.

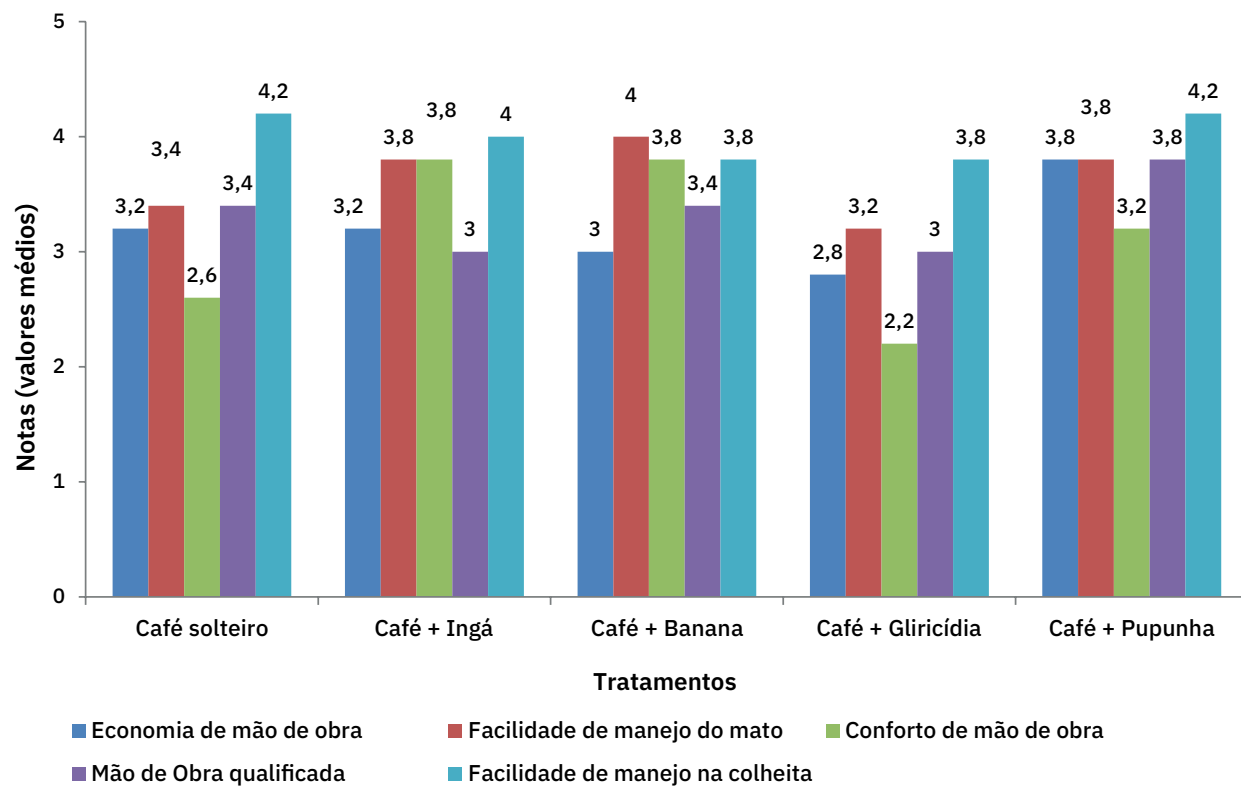


Figura 7 – Notas atribuídas ao quesito “mão de obra” para os tratamentos testados.

No quesito “retorno econômico”, destacaram-se, na avaliação dos agricultores, os consórcios com banana e com pupunha devido à renda adicional somada ao café (Figura 8).

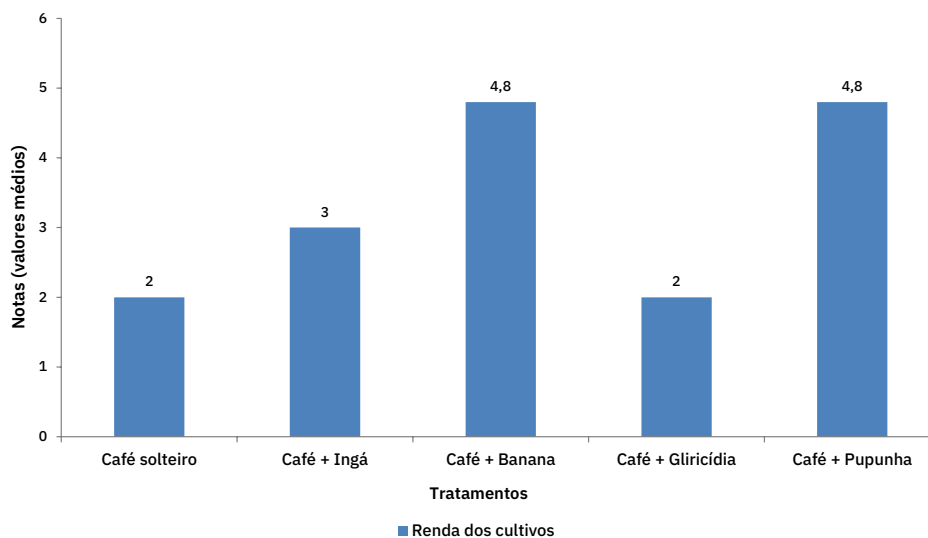


Figura 8 – Notas atribuídas ao quesito “retorno econômico” para os tratamentos testados.

Resultados semelhantes foram encontrados por Siqueira *et al.* (2020), na mesma unidade de pesquisa, verificando pela avaliação econômica, que os consórcios do cafeeiro conilon com a pupunha e com a banana foram os únicos viáveis economicamente, com índices benefício/custo iguais a 1,39 e 1,11, respectivamente, destacando a importância dessas culturas consorciadas.

Torna-se importante registrar, ainda, alguns aspectos percebidos pelos agricultores durante o processo de avaliação que permitem compreender qualitativamente os resultados refletidos nas notas atribuídas a cada sistema, conforme consta no Quadro 7, a seguir.

Quadro 7 – Considerações sobre os consórcios agroflorestais avaliados

- O consórcio com gliricídia não correspondeu às expectativas de uma produção mais alta, observando-se o problema de que nesse talhão há muita sombra sobre o cafeeiro, com interferência no crescimento de entrenós e tombamento do café, gerando desconforto no momento do manejo e da colheita.
- Foi ressaltada a necessidade de que não haja atrasos na colheita, evitando competição com o cafeeiro.
- Foi observado, em vários pontos, deficiência de macro e micronutrientes, entretanto, não foram encontrados indícios de pragas e doenças.
- Os produtores notaram a menor quantidade e menor diversidade de mato nos consórcios com ingá, gliricídia e banana em relação ao café solteiro e ao consórcio com pupunha.
- O sistema com ingá registrou um solo mais úmido e com uma cor mais escura em relação aos demais, mostrando que a matéria orgânica está mais incorporada ao solo.
- Percebeu-se diferença na textura do solo nos sistemas; por exemplo, o café solteiro apresentou um solo mais arenoso.
- Foi ressaltada a importância do sombreamento do cafeeiro e o plantio de árvores na linha do café, não sendo desejável plantio na entrelinha por dificultar os tratos e a colheita do café.
- Os talhões com maior gasto em mão de obra foram os de café solteiro e com pupunha, devido à maior ocorrência de mato.
- Sobre a variedade de banana cultivada, foi comentado que se fosse utilizada uma de menor porte seria mais adequado pelo manejo adotado do sistema.
- Uma sugestão foi que a poda do café deveria ser realizada após a terceira colheita, e não após a quarta.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação realizada reflete a percepção dos agricultores (mulheres e homens) sobre os efeitos das técnicas, testadas e observadas na Unidade Experimental, em seus sistemas de produção e de vida.

Ao se confrontar os resultados da avaliação dos agricultores com os resultados de pesquisas científicas realizadas na área, torna-se evidente a correspondência entre eles, por exemplo, nos quesitos “desenvolvimento dos cultivos”, “qualidade do solo” e “retorno econômico”. Esse fato se coloca também como uma evidência empírica da Teoria das Representações Sociais, ao afirmar que os conhecimentos do senso comum são construídos em perspectiva dialógica em relação aos conhecimentos científicos, lembrando que o senso comum está representado, neste estudo, pelos conhecimentos acionados pelos agricultores para elaborar os indicadores de avaliação de sustentabilidade e para realizar a avaliação dos tratamentos testados.

Assim, a decisão de adotar ou não determinado consórcio vai depender do modo como os agricultores o percebem, ponderando fatores como o desempenho do cafeeiro, a demanda de mão de obra para o manejo e o retorno econômico obtido, entre outros, em um processo de objetivação possível a partir da reflexão.

Entretanto, é possível supor que se os agricultores tivessem tido a oportunidade de se envolverem com o processo da pesquisa, desde sua concepção e ao longo de todo o seu desenvolvimento, ela poderia ter sido mais bem conduzida, do ponto de vista deles, e talvez isso aumentasse a possibilidade de adoção das novas tecnologias.

Espera-se que o processo de avaliação participativa aqui relatado, contribua para uma melhor condução da pesquisa em si e em outros estudos que se aproximam da realidade e das necessidades dos agricultores familiares do Sul do Estado do Espírito Santo; também, que favoreça a adaptação e a adoção por eles das tecnologias testadas e recomendadas, visto que o conhecimento científico, como demonstrado, é capaz de provocar mudanças no pensamento, nos projetos e nos comportamentos dos indivíduos.

AGRADECIMENTOS

Registra-se um agradecimento especial aos agricultores familiares (20 agricultores/as) dos municípios de Alegre, Cachoeiro de Itapemirim e Guaçuí que participaram das oficinas de avaliação participativa. Também vale registrar um agradecimento aos extensionistas do Incaper Érica Rodrigues Munaro Gabrig Turbay e Maxwell Assis de Souza, que mobilizaram parte dos agricultores e ajudaram na moderação das oficinas.

REFERÊNCIAS

AKPOTI, K.; KABO-BAH, A. T.; ZWART, S. J. Agricultural land suitability analysis: State-of-the-art and outlooks for integration of climate change analysis. **Agricultural Systems**, v. 173, p. 172-208, 2019. DOI 10.1016/j.agsy.2019.02.013.

ALMEIDA, A. M. de O.; SANTOS, M. de F. de S. A teoria das representações sociais. In: TORRES, C. V.; NEIVA, E. R. (Org.). **Psicologia Social: principais temas e vertentes**. Porto Alegre: Artmed, 2011.

ARAÚJO, J. B. S.; SILVA, M. W. da; LIMA, W. L. de; PEREIRA, A. C. H.; ENDRINGER, D. C.; SOUZA, J. L. de. Decomposition and nutrients released from forest and perennial crops associated with organic coffee. **Coffee Science**, v. 16, p. e161845, 2021. DOI 10.25186/v16i.1845. Disponível em: <http://www.coffeescience.ufla.br/index.php/Coffeescience/article/view/1845>. Acesso em: 12 ago. 2021.

BELLEN, H.M. van. **Indicadores de sustentabilidade**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.

BERTONI, L. M.; GALINKIN, A. L. Teoria e métodos em representações sociais. In: MORORÓ, L. P.; COUTO, M. E. S.; ASSIS, R. A. M. (Org.). **Notas teórico-metodológicas de pesquisas em educação: concepções e trajetórias**. Ilhéus-BA: EDITUS, 2017. 101-122 p.

BETIOLI JÚNIOR, E.; MOREIRA, W. H.; TORMENA, C. A.; FERREIRA, C. J. B.; SILVA, A. P.; GIAROLA, N. F. B. Intervalo hídrico ótimo e grau de compactação de um Latossolo Vermelho após 30 anos sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 971-982, 2012.

CARDOSO, I. M. Sistemas agroflorestais na Zona da Mata de Minas Gerais: um processo contínuo de aprendizado. **Seminário sistemas agroflorestais e desenvolvimento sustentável**, Viçosa-MG: UFV, s.d.. 18 p. 2003

CARMO, A. M.; SOUTO, M. V. S; DUARTE, C. R; LOPES, P. S; SABADIA, J. A. B. Avaliação de suscetibilidade a movimentos de massa, utilizando as variáveis morfométricas, para as serras da porção sul do maciço central do Ceará. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 9, n. 68, p. 1787-1804, 2016.

DOURADO, N. P. Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas: uma análise comparativa. **Sustentabilidade: diálogos interdisciplinares**, v. 2, p. 1-15, 2021. DOI <https://doi.org/10.24220/2675-7885v2e2021a5194>.

JODELET, D. Représentations sociales: un domaine en expansion. In: JODELET, D. (Ed.) **Les représentations sociales**. Paris: PUF, 1989. 31-61 p.

LOPES, P. R. *et al.* 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.

MENDONÇA, E. S. *et al.* Fatores edáficos de cafezais arborizados: processo de aprendizado contínuo com agricultores familiares. In: ZAMBOLIM, L; CAIXETA, E. T.; ZAMBOLIM, E. M.; **Estratégias para produção de café com qualidade e sustentabilidade**, Viçosa: UFV, 2010. 63-84 p.

MONTAGNINI, F. **Sistemas agroflorestales: principios y aplicaciones en los trópicos**. 2.ed. San Jose, Costa Rica: Organización para Estudios Tropicales, 1992.

MONTANDON, T. S.; CAMELLO, T. C. F.; DE ALMEIDA, J. R. Indicadores de sustentabilidade para monitoramento de projetos de recuperação de áreas degradadas. **Revista Sustinere**, v. 3, n. 1, p. 43-52, 2015. DOI <https://doi.org/10.12957/sustinere.2015.17326>. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/sustinere/article/view/17326>. Acesso em: 12 ago. 2021.

MOSCOVICI, S. **A psicanálise, sua imagem e seu público**. Petrópolis: Vozes, 2012.

MUNER, L. H. de *et al.* Sustentabilidade da cafeicultura do conilon no Espírito Santo. In: FERRÃO, R. G. *et al.* (Ed.). **Café Conilon**. Vitória: Incaper, 2007. 625-647 p.

PERUZZO, C. M. K. Pressupostos epistemológicos e metodológicos da pesquisa participativa: da observação participante à pesquisa-ação. **Estudios sobre las culturas contemporâneas**, v. 23, n. 3, p. 161-190, 2017.

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.

PRESCOTT-ALLEN, R. **Assessing progress toward sustainability: the system assessment method illustrated by the wellbeing of nations**. Cambridge, Inglaterra: IUCN, 1999.

ROCHELEAU, D. E. Participatory research in agroforestry: learning from experience and expanding our repertoire. **Agroforestry Systems**, v. 15, p. 111-137, 1991.

SENNA, D. S.; SIQUEIRA, H. M. de; ARAUJO, J. B. S.; ANTUNES, D. G.; PEREIRA, A. C.; TURBAY, E. R. M. G.; SILVA, M. W. Avaliação participativa da sustentabilidade de lavouras cafeeiras em consórcios agroflorestais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 11, 2019, São Cristóvão, SE. **Anais [...]** São Cristóvão: Cadernos de Agroecologia, v. 15, n. 2, 2020. Disponível em: <http://cadernos.abo-agroecologia.org.br/index.php/cadernos/article/view/3365>. Acesso em: 12 ago. 2021.

SENNA, D. S.; SILVA, M. W.; ZACARIAS, A. J.; SIQUEIRA, H. M. de; ARAUJO, J. B. da S. Avaliação da desbrota e do tombamento do café conilon orgânico em sistema agroflorestal. In: ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 21, 2017, São José dos Campos, SP. **Anais [...]** São José dos Campos: Revista Univap, Universidade do Vale do Paraíba, v. 23, 2017. p. 1-5. Disponível em: www.inicepg.univap.br/cd/inic_2017/anais/arquivos/0988_0915_01.pdf. Acesso em: 12 ago. 2021.

SENNA, D. S. **Cafeeiro conilon em sistema agroflorestal**: qualidade física do solo e carbono orgânico. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Alegre-ES, 2019, 90 fls.

SIQUEIRA, H. M.; SENNA, D. S.; ARAÚJO, 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. 223, 2020. DOI <https://doi.org/10.33240/rba.v15i5.23125>. Disponível em: <https://revistas.abo-agroecologia.org.br/rbagroecologia/article/view/23125>. Acesso em: 12 ago. 2021.

SOUZA, G. S. D.; ALVES, D. I.; DAN, M. L.; LIMA, J. S. D. S.; FONSECA, A. L. C. C. D.; ARAÚJO, J. B. S.; GUIMARÃES, L. A. D. O. P. Soil physico-hydraulic properties under organic conilon coffee intercropped with tree and fruit species. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 52, n. 7, p. 539-547, 2017. DOI <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2017000700008>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/318770232_Soil_physico-hydraulic_properties_under_organic_conilon_coffee_intercropped_with_tree_and_fruit_species. Acesso em: 12 ago. 2021.

VERDEJO, M. E. **Diagnóstico rural participativo**: guia prático DRP. Brasília: MDA, 2006. Disponível em: http://www.mda.gov.br/sitemda/sites/sitemda/files/user_arquivos_64/Guia_DRP_Parte_1.pdf. Acesso em: 12 ago. 2021.

VERONA, L. A. F. A real sustentabilidade dos modelos de produção da agricultura. **Horticultura brasileira**, v. 28, n. 2, p. 52-66, 2010. CD-ROM.

VIVAN, J. L.; FLORIANI, G. S. Construção participativa de indicadores de sustentabilidade em sistemas agroflorestais em rede na Mata Atlântica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 5, 2004, Curitiba. **Anais [...]** Colombo: Embrapa Florestas, 2004. p. 134-139.

CAPÍTULO 7

FEIRA AGROECOLÓGICA DA UFES: ESPAÇO DE ECONOMIA SOLIDÁRIA E VALORIZAÇÃO DA AGRICULTURA FAMILIAR

Halosio Mechelli de Siqueira¹

Caio Baptista Graça²

Alline Pires Moraes³

Mayra Silva Parreira⁴

Aline Chaves Pereira⁵

1 INTRODUÇÃO

A comercialização dos produtos da agricultura familiar, no Brasil, é um dos maiores entraves para o desenvolvimento dessa modalidade de produção no campo. Geralmente, os agricultores familiares são remunerados com apenas uma pequena parcela dos valores pagos pelos consumidores finais de seus produtos, por ficarem dependentes dos agentes intermediários. Entre as principais causas dessa situação desfavorável, Siqueira *et al.* (2013) mencionam a falta de informação sobre os possíveis mercados e a organização social insuficiente para acessá-los.

A ideia de uma comercialização solidária surge como contraponto a esse quadro, propondo uma relação social que aproxima consumidores e produtores familiares, fundamentada nos princípios da autogestão, democracia, cooperação, respeito à natureza e ao consumo responsável. As feiras livres, por exemplo, representam espaços privilegiados para realização do comércio solidário e se colocam como importante alternativa para superar o referido entrave.

Abordando o histórico das feiras livres no Brasil, Jesus (1992, p. 96) afirma que elas se fazem presentes desde o período colonial como uma importante tradição cultural ibérica que foi introduzida no Brasil pelos colonizadores portugueses:

[...] As tradicionais feiras de gado contribuíram no século XIX para a formação de núcleos de povoamento que posteriormente se transformaram em centros urbanos de grande dinamismo, sobretudo no interior paulista e nordestino [...].

Coelho (2008) argumenta que a relação direta entre o agricultor (feirante) e o consumidor possibilita diminuir os custos da comercialização, fazendo com que as feiras atuem como

¹ D.Sc. Produção Vegetal (com ênfase em Socioeconomia), Professor da Ufes, *campus* de Alegre, halosio.siqueira@ufes.br

² Engenheiro Agrônomo, pela Ufes, Atuando como Autônomo

³ Técnica em Agroindústria, Estudante de Nutrição na Ufes

⁴ Estudante de Agroecologia na Escola Latino-Americana de Agroecologia, em Lapa-PR

⁵ M.Sc. Extensão Rural, Extensionista do Incaper

canais potencialmente mais eficientes. Por sua vez, Godoy e Anjos (2007, p. 367) destacaram que as feiras são um “canal perfeito para a viabilização da proposta agroecológica”, devido ao fato de aproximarem pessoas interessadas em “trocas econômicas idênticas” e no intercâmbio de saberes.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (Idec), foram registradas 870 feiras orgânicas ou agroecológicas⁶ no Brasil, em 2021, sendo 304 na região Sudeste. No Estado do Espírito Santo, em 2019, identificaram-se 42 feiras⁷ orgânicas e agroecológicas, sendo 18 na capital (Vitória), 12 nos demais municípios da região Metropolitana da Grande Vitória e 12 no interior do estado. A feira pioneira foi criada em Vitória, no bairro Barro Vermelho, em 2002, conforme descreve Bernadino (2015).

Uma das experiências nesse sentido foi a criação da Feira Agroecológica na Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes), em seu *campus* de Alegre-ES, como parte de um projeto de extensão, em parceria com a ONG Grupo de Agricultura Ecológica Kapi'xawa e o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper). A feira teve início em agosto de 2018, com o intuito de fortalecer a produção agroecológica local e a comercialização solidária, bem como contribuir para a formação profissional dos estudantes.

Essa feira conta com a participação de famílias agricultoras que estão em processo de transição agroecológica, principalmente no Município de Alegre-ES, procurando tornar seus sistemas de produção mais sustentáveis em termos ecológicos e socioeconômicos. Ela vem possibilitando a divulgação da agroecologia e da comercialização solidária na comunidade universitária, de modo a possibilitar não somente a comercialização dos produtos, como também mostras culturais e a oportunidade dos consumidores conhecerem quem produz os seus alimentos. Inclusive, a feira conta com 4/7 dos feirantes que adotam consórcios agroflorestais em suas propriedades e comercializam café, banana e palmito-pupunha (entre outros produtos) oriundos desses sistemas produtivos⁸.

Diante da existência da Feira Agroecológica na Ufes, em Alegre, alguns questionamentos podem ser colocados: será que esse tipo de mercado é mais favorável para os agricultores familiares⁹ que estão em transição agroecológica? Qual é a percepção dos consumidores sobre o papel da feira? Será que essa feira pode se consolidar como um espaço que vai além da simples compra e venda de alimentos?

⁶ Cabe esclarecer que podem existir diferenças significativas entre os produtos orgânicos e os agroecológicos, considerando que nem todo sistema orgânico de produção é agroecológico, embora todo sistema agroecológico também corresponda ao orgânico, mesmo que não seja certificado, conforme Siqueira (2014). No Brasil, os sistemas orgânicos são regulamentados pela lei federal nº 10.831/2003 e pelo decreto federal nº 6.323/2007. No presente trabalho, adota-se a expressão ‘feira agroecológica’ para se referir à feira onde se trabalha com produtos que podem apresentar a qualificação como agroecológicos e/ou orgânicos (reconhecidos oficialmente).

⁷ Disponível em: <http://seculodiario.com.br/39234/10/maruipe-inaugura-40-feira-organica-capixaba>. Acesso em: 4 jul. 2018, com acréscimo dos autores.

⁸ A inclusão deste capítulo no presente livro, mesmo não estando entre os vários estudos realizados na Unidade de Pesquisa Agroflorestal do Incaper, justifica-se com o propósito de mostrar que as feiras agroecológicas podem representar importantes espaços de comercialização dos produtos de consórcios agroflorestais. Além disso, a feira foi um dos mercados para os quais foi simulada a venda de dois dos produtos obtidos (banana e palmito-pupunha) nessa Unidade de Pesquisa, tendo em vista a análise econômica apresentada em capítulo anterior.

⁹ Ao longo de texto, são empregados alguns termos no gênero masculino, o que não quer dizer que se faz referência somente aos homens. No caso específico acima (agentes da agricultura familiar), é bem conhecida a importância tanto dos homens como das mulheres no trabalho rural.

Os objetivos deste estudo são os seguintes: apresentar uma revisão teórica sobre as formas de acesso dos agricultores familiares aos mercados e o papel das feiras livres; caracterizar a Feira Agroecológica da Ufes, no *campus* de Alegre-ES; e avaliar a sua contribuição para inserir os agricultores familiares no mercado, de modo mais favorável, inclusive na comercialização dos produtos de consórcios agroflorestais.

2 AGRICULTURA FAMILIAR, ACESSO A MERCADOS E O PAPEL DAS FEIRAS LIVRES

A expressão “agricultura familiar”, que se refere a uma categoria socioeconômica diferenciada no meio rural, tornou-se mais usual nas Ciências Agrárias a partir dos anos 1990. Uma das definições que melhor traduz o seu sentido considera agricultura familiar como “[...] aquela em que a família, ao mesmo tempo em que é proprietária dos meios de produção, assume o trabalho no estabelecimento produtivo [...]” (WANDERLEY, 2001, p. 23). A família agricultora apresenta um vínculo não apenas econômico com a terra e produz para garantir, primeiramente, a sua própria segurança alimentar.

De acordo com Schneider (2016, p. 22), a referência ao agricultor familiar¹⁰, em vez de pequeno produtor, possibilita

[...] ampliar o escopo de quem integra essa categoria, retirando o viés da escala (pequena) e a associação à ineficiência e à pobreza. Isso permite dizer que nem sempre um agricultor familiar é um pequeno produtor e, menos ainda, que é pobre.

Vários autores já abordaram a questão do acesso a mercados como um dos fatores que afetam a sustentabilidade dos agricultores familiares. Segundo Maluf (2004), esses agricultores mantêm dois tipos de vínculos com os mercados, que podem ser simultâneos, a saber: a) com cadeias integradas nacional e internacionalmente, englobando as cooperativas de grande porte, as corporações agroindustriais, a indústria alimentar, os agentes de intermediação mercantil e as redes de supermercados; b) com circuitos regionais de produção, distribuição e consumo de alimentos. Maluf defende que por meio dos circuitos regionais configura-se um padrão de desenvolvimento socioeconômico mais equitativo. E sugere a implementação de ações públicas visando promover a produção diversificada e o consumo de alimentos regionais de qualidade, além de instituir programas de apoio ao varejo de pequeno porte, aproximando-o dos agricultores familiares da região.

Outra tipificação dos mercados para os agricultores familiares foi concebida por Wilkinson (2008), identificando quatro formas tradicionais de acesso: 1) o acesso direto (sobressaindo o mercado local/informal); 2) o acesso via atravessador; 3) a integração com as agroindústrias; e 4) o acesso por meio das compras do poder público. Esse autor também faz a distinção entre o mercado de *commodities*, no qual as relações são impessoais e mediadas apenas pelo preço,

¹⁰ A lei federal nº 11.326/2006, em seu artigo 3º, define esse tipo de agricultor como sendo aquele que atenda, simultaneamente, aos seguintes requisitos: I - não detenha, a qualquer título, área maior do que 4 (quatro) módulos fiscais; II - utilize predominantemente mão de obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento; III - tenha percentual mínimo da renda familiar originada de atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento, na forma definida pelo Poder Executivo; IV - dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família.

e o que chama de “novos mercados”, caracterizados por diferentes processos de fidelização com base na identidade específica dos produtos e processos produtivos. Esses novos mercados englobam as especialidades de nicho, os orgânicos, os artesanais, os solidários e os institucionais.

Segundo Darolt (2013), no Brasil, os agricultores familiares têm participação majoritária em circuitos curtos de comercialização (mercados locais). O autor distingue dois casos de circuito curto: a venda direta, quando a relação entre produtor e consumidor é direta, na propriedade ou fora dela (em feiras, venda domiciliar, programas governamentais etc.), e a venda por meio de um único intermediário, que pode ser outro produtor, uma cooperativa, uma loja especializada, um restaurante ou até um pequeno supermercado. Para Darolt, os circuitos curtos são mais vantajosos porque possibilitam: diversificar as propriedades, reduzindo os riscos; definir preços que remuneram melhor o produtor e são mais justos ao consumidor; ofertar alimentos da estação e da região; ampliar a autonomia dos agricultores familiares; dinamizar a economia local; reduzir o impacto ambiental, com menor uso de embalagens plásticas e menor gasto energético com transporte, entre outras vantagens.

Por sua vez, Ploeg (2008) argumenta que foi criado um novo regime alimentar, denominado “imperial”, no qual o mercado global é definido como princípio ordenador, mediante novas formas de regulação, tendo como base o processo de reestruturação das grandes indústrias de processamento, empresas de comercialização e redes de supermercados, as quais passaram a exercer um crescente poder monopólico e centralizador sobre a produção, a distribuição e o consumo de alimentos. Assim, vem aumentando a desconexão entre os produtores e os consumidores, no tempo e no espaço, e os alimentos são cada vez mais artificializados.

Contudo, em face desse regime imperial, Ploeg salienta as iniciativas de resistência dos agricultores familiares, vinculadas ao chamado “capital cultural” desses agricultores que está relacionado à origem, às formas de produção e à qualidade dos alimentos produzidos. Esse capital cultural

[...] implica a emergência de *circuitos* que ligam produtores específicos e lugares de produção específicos a consumidores específicos. Nesses circuitos, as *definições culturais* de qualidade (e de justiça e sustentabilidade) são um aspecto decisivo [...] (PLOEG, 2008, p. 305).

Os circuitos curtos de comercialização também podem ser abordados na perspectiva da reorganização das relações comerciais de acordo com os princípios da “economia solidária”, a qual se refere às atividades econômicas organizadas com base na propriedade coletiva, cooperação e autogestão democrática, como define Singer (2002). Seria uma nova economia com fundamento na solidariedade, de modo que “[...] nos ajude a cuidar de nós mesmos, dos outros e da nossa Mãe Terra” (EISLER, 2008, p. 22).

Os princípios do Comércio Justo e Solidário (CJS) no Brasil, segundo o Grupo de Trabalho – Sistema do CJS, são os seguintes:

Princípio 1. Fortalecimento da democracia, respeito à liberdade de opinião, de organização e de identidade cultural [...]

- Princípio 2. Condições justas de produção, agregação de valor e comercialização [...]
- Princípio 3. Apoio ao desenvolvimento local em direção à sustentabilidade [...]
- Princípio 4. Respeito ao meio ambiente [...]
- Princípio 5. Respeito à diversidade e garantia de equidade, e não discriminação [...]
- Princípio 6. Informação ao consumidor – [...] primar pela transparência nas relações de produção, comercialização e consumo [...]
- Princípio 7. Integração dos elos da cadeia [...].

As feiras livres são exemplos bem tradicionais da prática do CJS, pois religam o agricultor familiar e o consumidor em nível local, mantendo uma relação de confiança e reciprocidade. Outros exemplos seriam os mercados institucionais (de compra direta), como novos espaços de CJS, com destaque para o Programa Nacional de Alimentação Escolar (Pnae).

No Brasil, sabe-se que os agricultores familiares se colocam, muitas vezes, numa condição subordinada perante os compradores intermediários de seus produtos, perdendo uma grande parcela do valor pago pelos consumidores finais ao longo da cadeia produtiva e comercial. Por isso, a proposição de alternativas de CJS a esses agricultores se apresenta como medida muito relevante no sentido de superar um dos maiores entraves ao seu desenvolvimento.

Um conceito-chave da Agroecologia é o da 'transição agroecológica', que se refere à adequação progressiva dos sistemas agrícolas visando ampliar a sua sustentabilidade, envolvendo modificações internas e externas à propriedade rural (SIQUEIRA, 2014). Sob a ótica externa, Mattos (2006, p. 29) defende que determinadas condições mais amplas devem ser trabalhadas por meio da sociedade e do Estado, relacionadas

[...] à expansão da consciência pública, à organização dos mercados e infraestruturas, às mudanças institucionais na pesquisa, ensino e extensão, à formulação de políticas públicas com enfoque agroecológico e às inovações referentes à legislação ambiental.

Nesse sentido, as propostas focadas na comercialização solidária se colocam como medida estratégica visando incentivar e viabilizar a transição agroecológica. Diante disso, as feiras livres passam a ser revalorizadas enquanto espaços privilegiados de venda direta e interação entre produtores familiares e consumidores, onde os objetivos vão além do mero acesso à renda, de um lado, e acesso a alimentos e outros produtos essenciais, de outro.

Valendo-se da prerrogativa de ser uma atividade itinerante e de acontecer no espaço público, a feira livre caracteriza-se por estruturar-se numa ampla rede de relações sociais que mescla diversas gramáticas sociais e vale-se de regras tácitas. A dinâmica dá-se por meio de relações de cooperação e de competição. A amplitude dessa rede alarga-se para diversos lugares além daqueles nas quais [sic] as feiras livres se instalam e se corporifica [sic] no chão do cotidiano por meio de conversas entre vizinhos de banca, no burburinho e nos debates mais amplos (SATO, 2007, p. 101).

Segundo Badue *et al.* (2013), as feiras livres são os mais antigos espaços de comercialização que ainda resistem ao tempo, tendo representado, durante um longo período, um dos principais meios de escoamento da produção. Os autores relatam que elas são encontradas em pequenos municípios, onde ainda se baseiam no trabalho de agricultores familiares, e

nos grandes centros urbanos, onde muitos agricultores foram substituídos por feirantes que apenas revendem produtos das Ceasas.

As feiras livres representam uma das possibilidades de reorganização de cadeias produtivas, aproximando quem produz e quem consome, onde aspectos como origem e qualidade biológica dos alimentos, pagamento de preços justos e redução do êxodo rural passam a ter grande relevância para os grupos sociais envolvidos, tendo em vista a prática do “consumo responsável”¹¹.

Jesus (1992, p. 97) resgata a teoria dos 'dois circuitos da economia urbana', visando “[...] compreender a coexistência de formas e processos espaciais contrastantes e aparentemente contraditórios nas grandes cidades dos países subdesenvolvidos [...]”. Considerando essa perspectiva teórica, as feiras livres são enquadradas pelo autor como parte do 'circuito inferior', enquanto os supermercados, por exemplo, se situam no 'circuito superior'. Jesus (1992) examina as diferenças entre tais circuitos, com base na tipologia elaborada por Milton Santos, notando que o circuito superior se caracteriza como capital intensivo, com trabalho assalariado dominante e que mantém relações impessoais com a clientela, entre outros aspectos. Já o circuito inferior é trabalho intensivo, com organização não burocrática, mantendo relações diretas e personalizadas com a clientela, entre outros aspectos. Sato (2007) acrescenta que o circuito superior, por ser hegemônico, também orienta as regras de funcionamento do circuito inferior, gerando uma constante tensão entre as feiras livres e os supermercados, que aparece nos relatos de feirantes sobre as constantes ameaças de extinção das feiras.

As feiras formadas somente por produtores agroecológicos vêm ganhando espaço, cada vez mais, principalmente nos grandes centros metropolitanos¹². Já foram realizados alguns estudos sobre tais feiras em capitais brasileiras, entre os quais vale citar: Valent *et al.* (2014), em Porto Alegre-RS; Bernadino (2015), em Vitória-ES; e Silva (2016), em Recife-PE. Também há estudos específicos sobre feiras agroecológicas realizadas nos *campi* de universidades, como por exemplo: Lima (2017), na Universidade Federal da Paraíba; Carvalho (2015), na Universidade Federal do Rio de Janeiro; e Petry *et al.* (2018), na Universidade de Passo Fundo, Rio Grande do Sul.

Espera-se que o presente estudo, com base no caso da Feira Agroecológica da Ufes, *campus* de Alegre, também venha a contribuir com a abordagem empírica e com algumas reflexões amparadas na revisão teórica, visando ampliar a compreensão do significado e da importância desse tipo de feira para a sociedade brasileira.

¹¹ Corresponde a um estilo de 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).

¹² Com base na revisão feita para este estudo, deduz-se que a primeira feira agroecológica implantada no Brasil teve lugar na cidade de Porto Alegre-RS, em 1989.

3 A FEIRA AGROECOLÓGICA DA UFES-ALEGRE¹³

Este trabalho se configura como um 'estudo de caso' (YIN, 2001), referente à Feira Agroecológica da Ufes. O estudo foi desenvolvido no Município de Alegre, localizado no sudoeste do Estado do Espírito Santo, no território do Caparaó, que possui uma área de 772 km² (17º mais extenso, entre os 78 municípios capixabas) e uma população de 29.975 habitantes (para 2020, segundo o IBGE), com cerca de 30% dela residente na zona rural. Em Alegre, se destaca a existência de um *campus* da Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes), onde são oferecidos 17 cursos de graduação, 8 de mestrado e 3 de doutorado, totalizando 3.278 estudantes¹⁴.

No estudo, foram utilizados os seguintes instrumentos de coleta de dados: enquête com os consumidores da feira; entrevistas estruturadas com os feirantes; consulta ao *site* da Ceasa-ES; análise documental do projeto da feira; e observação participante, visto que os pesquisadores tiveram vivência na feira, por meio do projeto e como consumidores. A enquête com os consumidores foi realizada em abril de 2019. As entrevistas com os feirantes foram realizadas em junho de 2020.

Além disso, comparou-se os preços de alguns alimentos vendidos na Feira Agroecológica com os preços que o agricultor receberia na Ceasa-ES¹⁵, caso optasse por lá vender, para analisar as diferenças de rentabilidade. Os alimentos escolhidos foram os que mais se repetiram na banca dos feirantes, como oferta na Feira Agroecológica, quais sejam: banana-prata, palmito-pupunha, limão, almeirão e taioba. As cotações de preços foram referentes a 2019.

3.1 HISTÓRICO E CARACTERIZAÇÃO

Em agosto de 2018, foi criada a Feira Agroecológica da Ufes, no *campus* de Alegre, como parte do projeto de extensão “Promovendo a Comercialização Solidária dos Agricultores Familiares de Alegre-ES”. Ela surgiu como uma oportunidade de fortalecer a produção agroecológica local e a comercialização solidária, promovendo a segurança alimentar dos consumidores e o desenvolvimento dos agricultores familiares, além de contribuir para a formação profissional dos estudantes.

O processo de criação da feira¹⁶ envolveu uma série de reuniões e conversas informais sobre a questão da comercialização como gargalo para o desenvolvimento das famílias agricultoras, que ocorreram entre a Ufes, o Grupo Kapi’xawa e o Incaper. O enfrentamento dessa questão se colocava como meio estratégico de incentivar e viabilizar a transição agroecológica¹⁷, que se efetivaria com a mudança progressiva nos métodos de produção.

¹³ A maior parte dos dados e informações aqui apresentados foram baseados no TCC de Agronomia do segundo autor deste capítulo, Caio Baptista Graça.

¹⁴ Dados disponíveis em: <http://www.alegre.ufes.br/numeros>. Acesso em: 24 jun. 2020.

¹⁵ Cotações disponíveis em: http://200.198.51.71/detec/prc_medio_prd_es/prc_medio_prd_es.php

¹⁶ Vale mencionar que no campus central da UFES (Goiabeiras), em Vitória-ES, existe uma barraca agroecológica que foi implantada bem antes (em maio de 2011), vinculada ao projeto “Núcleo de Extensão e Pesquisa Espaço Camponês e Agroecologia”.

¹⁷ Araújo, Lima e Macambira (2015, p. 39) descrevem essa estratégia como “[...] tentativa de construção de arranjos sociais para produção em bases agroecológicas, de modo associado a autonomia na comercialização, buscando-se eliminar a necessidade de articulação com atravessadores [...]”.

Para participarem da Feira Agroecológica do *campus* de Alegre, as famílias agricultoras foram selecionadas por meio de edital simplificado da Ufes. Participaram do processo de seleção aquelas famílias que atenderam aos seguintes requisitos: produzir de acordo com os princípios da Agroecologia e comercializar somente alimentos oriundos de sua propriedade rural; enquadrar-se oficialmente como agricultor familiar; e participar de organizações sociais, tais como associações, sindicatos, cooperativas e redes. Selecionaram-se sete famílias feirantes, sendo uma de Guaçuí, município vizinho a Alegre.

A feira é realizada na quadra de esportes da Ufes-Alegre (Figura 1), todas as quintas-feiras, de 15:00 às 17:30 horas. Nos períodos de férias ou quando há feriados no dia, não ocorre a feira. Estima-se que a feira conta com cerca de 150 pessoas, em média, como consumidores, além de muitos visitantes.

Entre as famílias feirantes, somente uma delas não tem a participação do casal (marido e esposa) durante a feira, sendo representada pelo marido. A idade média dos feirantes é de 40 anos. Dois cursaram apenas o ensino fundamental incompleto e os demais foram adiante, sendo que três chegaram a concluir o ensino superior.

Também existe uma mesa de divulgação conceitual e filosófica com referência à comercialização solidária e à Agroecologia (Figura 1). O Grupo Kapi'xawa comercializa camisas e outros artigos para ajudar na sua manutenção como ONG. Além disso, o projeto da feira apoia a inclusão socioprodutiva do grupo Meique - Mulheres Empreendedoras do Querosene (bairro carente da cidade de Alegre), em parceria com a ONG Enactus, oferecendo a oportunidade de venda do sabão ecológico produzido por essas mulheres, com a reciclagem de óleo de cozinha usado.



Figura 1 – Placas de educação socioambiental (esq.) e detalhe de uma bancada (dir.).

Na feira, são comercializados diversos alimentos, como pode ser observado no Quadro 1, a seguir, totalizando 94 tipos, conforme apuração feita em março de 2020. Desses alimentos, 55 são comercializados *in natura*, correspondendo a 58,5% do total, e os outros 39 são processados. O Quadro 1 apresenta a lista dos alimentos, com indicação da origem.

Quadro 1 – Alimentos ofertados na feira, por família e comunidade de origem

Nome	Comunidade	Alimentos <i>in natura</i>	Alimentos processados
Família A	Santa Clara	Agrião, rúcula, almeirão, alface, salsa, cenoura, hortelã, coco, abacate, banana-prata, limão, beterraba e erva-cidreira	Polpas de açaí e juçara, geleias (de açaí, araçá, acerola, manga e maracujá), bolo caseiro e papa de milho
Famílias B e C	Feliz Lembrança	Inhame, mamão, mexerica, amora, acerola, limão, jaca e abacaxi	Palmitos (pupunha e amargo), <i>chips</i> de mandioca, mel de abelha, própolis, polpas de frutas e esfiha de palmito
Família D	Assentamento Floresta	Banana-prata, mamão, pimenta-rosa, almeirão, salsa, peixinho-da-horta, cebolinha, goiaba, batata-doce, araçá e taioba	Pães integrais, doces (de cacau, mamão e coco), bananas-passas, bananas-passas com cobertura de chocolate, <i>chips</i> de banana, carne de jaca e farinha de banana verde
Família E	Santo Esperidião	Banana-prata, limão, mexerica, inhame, jabuticaba, fruta-pão, milho-verde e abóbora	Açúcar mascavo, derivados de cacau, doce de leite com coco, doce de cacau, bolo de cacau, farinha de mandioca e fubá
Família F	Lagoa Seca	Banana-da-terra, banana-nanica, abacate, laranja comum, laranja-lima, limão-doce, mandioca, feijão, taioba, caju, quiabo, vagem, amendoim, chuchu, couve e cebolinha	Palmito-pupunha, fubá, pó de café, polpa de juçara
Família G	Sereia Branca	Morango, rúcula, brócolis, brotos alface, repolho, beterraba, cenoura, espinafre, alho, cebola, batata-inglesa, chuchu, limão, couve, taioba, almeirão, tomilho, alecrim e hortelã-pimenta	Geleia de morango, doce de morango em calda, biscoito de nata, rosquinha amanteigada de sal, sal de ervas, temperos e verduras em conserva



Figura 2 – Alimentos comercializados na Feira Agroecológica.

As práticas agroecológicas adotadas pelas famílias agricultoras constam na Figura 3, demonstrando a diversidade de formas de manejo do solo e das culturas, com destaque para conservação da água¹⁸, adubação verde, compostagem e consórcio agroflorestal, que são adotadas por 4/7 das famílias em suas propriedades. São práticas essenciais para a obtenção de plantas saudáveis e nutritivas.

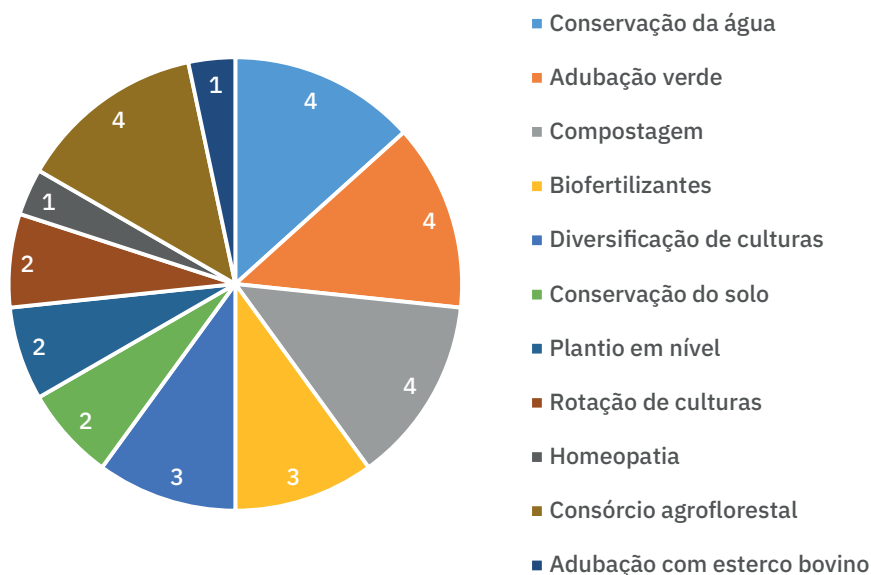


Figura 3 – Práticas agroecológicas adotadas pelos feirantes em suas propriedades.

Nota: Os números inseridos no gráfico representam a quantidade de feirantes que adotam cada prática.

¹⁸ Por exemplo: implantação de caixas-secas e fossas sépticas biodigestoras.

Procurando motivar o avanço na transição agroecológica, com a adoção de mais práticas, foi realizada uma viagem até o Município de Iconha-ES para que os feirantes pudessem conhecer a produção agroecológica local e o processo de organização social, visando obter o reconhecimento oficial como produtores orgânicos. Foram visitadas as duas Organizações de Controle Social (OCS) lá existentes. Porém, os feirantes ainda estão receosos em assumir os novos compromissos e responsabilidades que uma OCS requer, o que vem sendo respeitado pela equipe do projeto de modo a não “queimar etapas” no processo de transição.

Além da qualidade agroecológica dos alimentos comercializados, outro importante diferencial dessa feira é o fato de ter se tornado um ponto de encontro da comunidade universitária. Para tornar o espaço mais atraente, a equipe organizadora procura incluir apresentações culturais no momento da feira, tais como músicos, grupos de dança, e até uma dupla circense se apresentou uma vez. E quando não é possível ter alguma apresentação, coloca-se um fundo musical (mecânico) para dar um clima mais agradável. Também foi realizada uma oficina de biocosméticos.

Vale registrar, ainda, a relevância das rodadas de visitação coletiva dos feirantes entre si, que são organizadas para que eles se aproximem mais e possam trocar conhecimentos e experiências práticas, visando superar dificuldades comuns e desenvolver potenciais. Também são oportunidades de confraternização (Figura 4).



Figura 4 – Feirantes e representantes da Ufes e do Grupo Kapi'xawa, em visita ao sítio de um dos feirantes, na comunidade de Feliz Lembrança, Alegre-ES.

3.2 PERCEPÇÃO DOS FEIRANTES E DOS CONSUMIDORES SOBRE A FEIRA

Em entrevistas realizadas com os feirantes, os respondentes relataram a importância da feira na questão da produção em si, tanto em quantidade/qualidade como em variedade de alimentos, para atender à demanda dos consumidores. Além disso, foi mencionado o significativo retorno financeiro para as famílias envolvidas, como relata uma das feirantes:

Para a renda é essencial, faz toda a diferença no nosso orçamento. [...] Apesar de ser uma feira ainda pequena, vemos que tem perspectiva. [...] Conseguimos hoje observar a demanda de diversificação o ano todo, pois temos escoamento. O grande diferencial dessa feira é que o consumidor sabe que é muito mais que o produto, tem uma história por trás, eles têm a oportunidade de saber como é o processo de tudo até chegar neles.

Quanto às dificuldades enfrentadas, constatou-se que a mais citada foi a capacidade de manter uma oferta variada de alimentos, correspondendo à resposta de 5/7 das famílias feirantes. Para 4/7 delas, são relevantes os gastos a mais com combustível e manutenção do veículo de transporte devido ao acesso ruim e à distância da propriedade até o local da feira. A baixa disponibilidade de mão de obra para ajudar no campo aparece no depoimento de 2/7 dos feirantes. E ainda foi mencionada, por 2/7 dos feirantes, a preocupação em não levar alimentos para vender que outros feirantes já levam.

Também foram abordados os potenciais da feira. A grande maioria (6/7 das famílias feirantes) encara a feira com grande potencial de crescimento e mais da metade (4/7) relatou a perspectiva de aumentar a produção e a renda em função do crescente aumento da demanda. Para 5/7 dos feirantes, o local da feira (no *campus* da Ufes) é excelente para a aproximação do produtor com a população, em especial com professores e estudantes, permitindo a troca de experiências, o que pode dar à população a oportunidade de conhecer mais a produção agroecológica e suas vertentes.

Por outro lado, no intuito de avaliar alguns quesitos básicos da feira, na visão dos consumidores, foi realizada uma enquête em abril de 2019. Participaram da pesquisa 62 consumidores, abordados aleatoriamente, e foram obtidos os resultados que constam na Tabela 1.

Tabela 1 – Opinião dos consumidores sobre a feira agroecológica da Ufes

Quesitos abordados e respectivo nº de pessoas que avaliaram						
Conceitos	Dia da feira	Horário da feira	Local de funcionamento	Oferta de alimentos	Qualidade dos alimentos	Atendimento
Ótimo	42	38	53	35	55	61
Bom	16	20	7	20	7	1
Regular	1	4	2	2	0	0
Ruim	3	0	0	5	0	0
Total / pessoas	62	62	62	62	62	62

Observa-se que todos os quesitos foram avaliados pela maioria das pessoas, como “ótimos”, com maior destaque para os quesitos atendimento, qualidade dos alimentos e local de funcionamento. Os quesitos “dia da feira” e “oferta de alimentos” foram os únicos avaliados como ruins (3 e 5 pessoas, respectivamente). E o quesito “horário da feira” recebeu o maior número de avaliações como regular (4 pessoas).

A partir desses resultados, ficou claro que o principal ponto a ser melhorado seria a “oferta de alimentos”. Após algumas reuniões e conversas com os feirantes, tendo em vista a necessidade de ampliar a variedade dos alimentos ofertados, principalmente daqueles *in natura*, foram concretizados os aumentos de 69,5% nos alimentos processados e de 52,7% nos alimentos *in natura*, apurados em março de 2020, em relação ao momento da enquete (abril de 2019).

A experiência da criação da Feira Agroecológica da Ufes, em Alegre-ES, pode ser analisada na perspectiva teórica da “construção social dos mercados” (MARQUES; CONTERATO; SCHNEIDER, 2016). Nesse caso, envolveu um professor, estudantes bolsistas e um servidor administrativo da Ufes, membros do Grupo Kapi’xawa, uma extensionista do Incaper e as famílias agricultoras no processo de construção desse novo mercado solidário. Vale ressaltar que os demais professores, estudantes e servidores administrativos da Ufes também vêm viabilizando a feira como consumidores.

Um aspecto que marcou todo o processo de implantação da feira foi o risco dela não se viabilizar como mercado local. Era preciso buscar um ponto de equilíbrio entre a oferta e a demanda, de tal modo a possibilitar um valor mínimo (viável) de vendas e rentabilidade aos feirantes, sem o qual poderiam desanimar, bem como atender às expectativas dos clientes. Ainda bem que foi possível alcançar esse equilíbrio mínimo, com perspectiva de crescimento.

Outro ponto a salientar é o cuidado da equipe organizadora em agregar valor cultural à feira, inclusive com apresentações artísticas, aproveitando o seu potencial como espaço educativo. Sobre isso, Badue *et al.* (2013, p. 121) expõem o seguinte:

As feiras agroecológicas no Brasil que foram criadas através de parcerias entre produtores, consumidores, organizações da sociedade civil, poder público, entre outros, desenvolvem atividades como oficinas, rodas de conversa, troca de receitas, exibição de vídeos, entre muitas outras ações. Os temas frequentemente trabalhados fazem parte da própria dinâmica e propósitos da feira, como discussões sobre segurança alimentar, práticas sustentáveis de consumo, desafios da agricultura familiar, valorização de identidades locais, através de produtos típicos comercializados nas feiras (como artigos de povos tradicionais, grupos de mulheres etc.), entre outros. Tal processo educativo pode ser a ponte para transcender a esfera exclusivamente econômica, provocando mudanças nas duas pontas.

Por sua vez, Godoy e Anjos (2007, p. 367) se referem à feira como “palco de reprodução social”, onde o consumidor leva “[...] o seu saber urbano para trocar com o feirante, enquanto este oferece um saber forjado no contato com a natureza e na dinâmica dos processos naturais de produção”. Carvalho (2015), estudando a feira agroecológica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), também ressalta o fato de proporcionar o diálogo entre saberes, visto que

[...] o contato com o saber camponês evidenciou o quão o saber técnico pode aprender e contribuir para a produção de um conhecimento “situado”, ou seja, adequar o desenvolvimento de ações e tecnologias às demandas locais e específicas [...] (CARVALHO, 2015, p.222).

Noutro sentido, Lima (2017) relata o surgimento de projetos de extensão, na Universidade Federal da Paraíba, derivados a partir da experiência com a feira agroecológica no *campus*, envolvendo as áreas de geografia, engenharia de produção e nutrição. Tais projetos apresentam objetivos como o reflorestamento de nascentes em assentamentos rurais e o melhor aproveitamento dos alimentos, tendo, inclusive, possibilitado a aquisição de um caminhão e um carro para viabilizar a assistência técnica.

3.3 COMPARAÇÃO ENTRE MERCADOS: FEIRA AGROECOLÓGICA X CEASA

A fim de analisar as variações na rentabilidade do agricultor familiar diante das opções de mercado, foram comparados os preços recebidos na Feira Agroecológica da Ufes-Alegre com os preços na Ceasa-ES, em 2019, referentes aos cinco alimentos que mais são vendidos nessa feira: banana-prata, palmito-pupunha, limão, almeirão e taioba. Os preços na feira da Ufes são baseados nos valores praticados na feira municipal de Alegre, podendo ter um preço até 30% mais alto se os alimentos forem orgânicos certificados. E no caso dos alimentos não encontrados na feira municipal, o preço é definido pela família produtora com base em seus custos.

As Figuras 5, 6, 7, 8 e 9, a seguir, demonstram o comportamento dos preços nesses mercados.

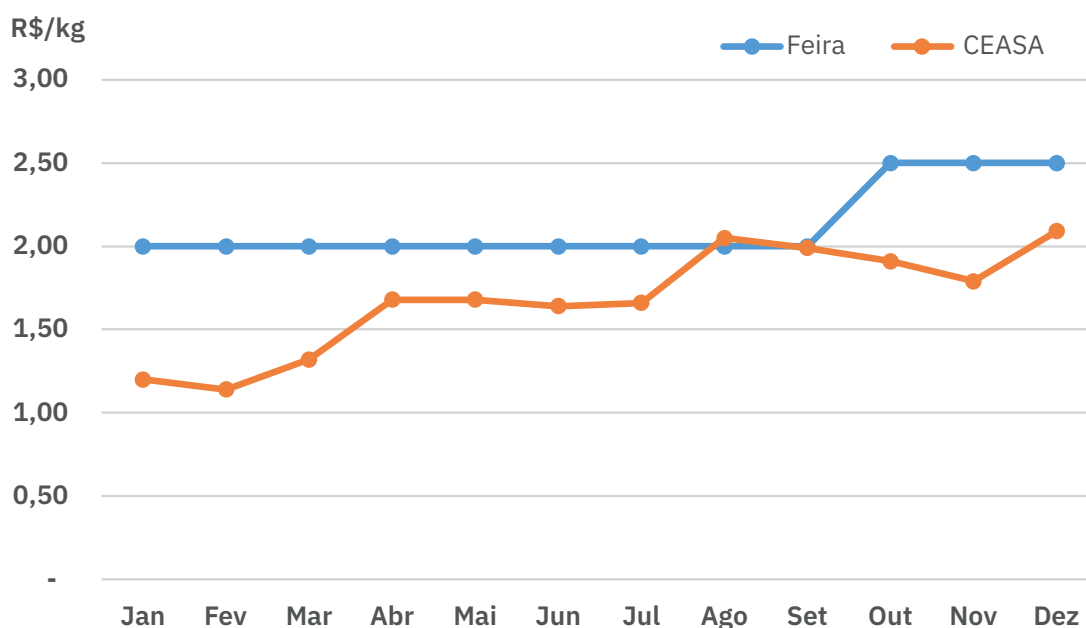


Figura 5 – Comportamento dos preços da **banana-prata** na Feira Agroecológica e na Ceasa-ES, em 2019.

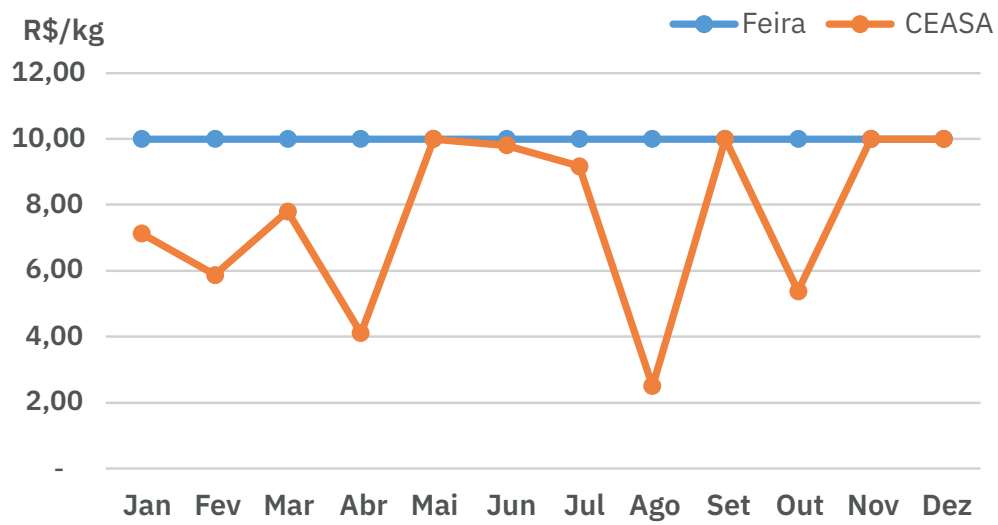


Figura 6 – Comportamento dos preços do **palmito-pupunha** na Feira Agroecológica e na Ceasa-ES, em 2019.

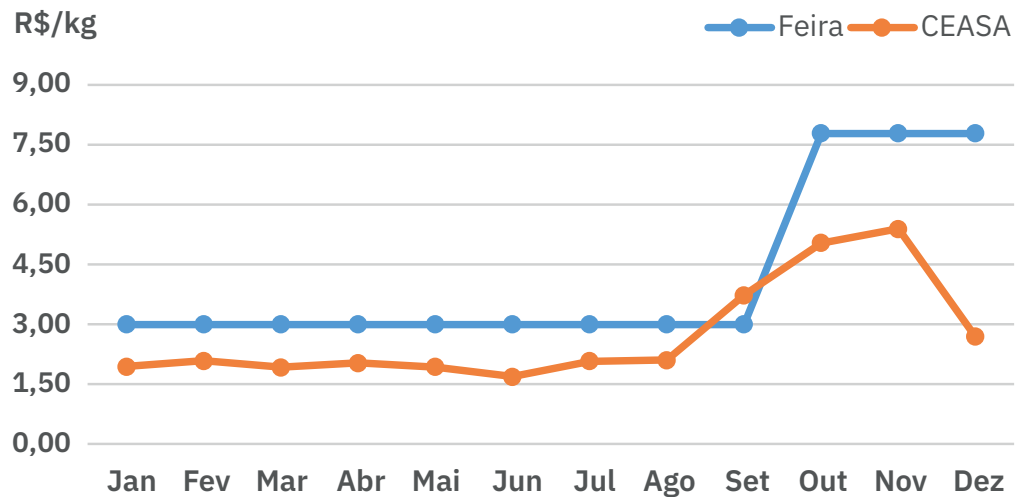


Figura 7 – Comportamento dos preços do **limão** na Feira Agroecológica e na Ceasa-ES, em 2019.

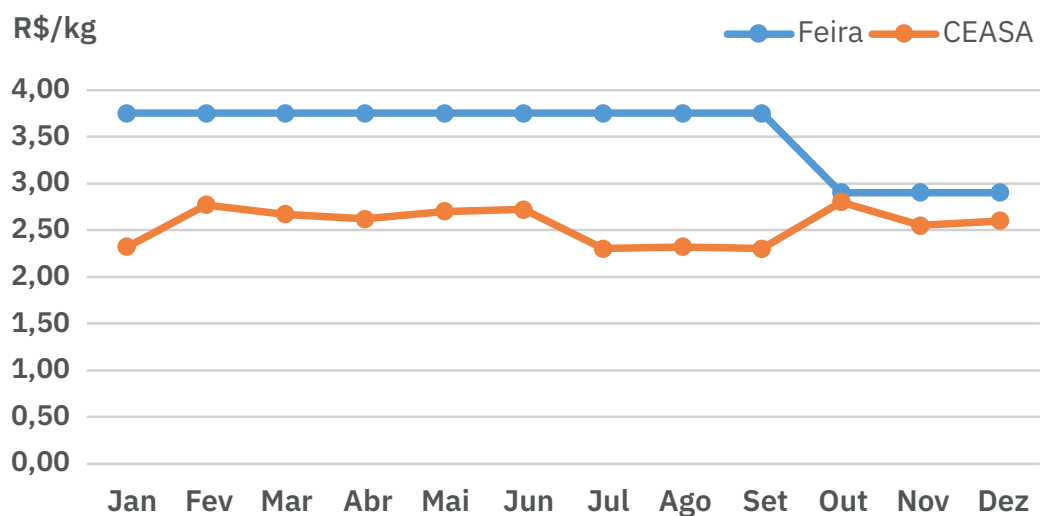


Figura 8 – Comportamento dos preços do **almeirão** na Feira Agroecológica e na Ceasa-ES, em 2019.

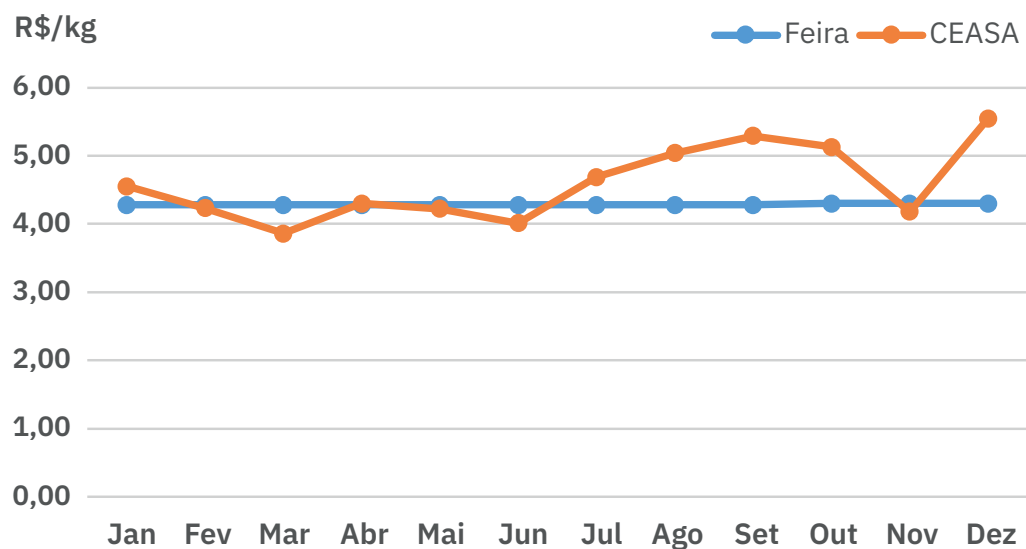


Figura 9 – Comportamento dos preços da **taioba** na Feira Agroecológica e na Ceasa-ES, em 2019.

Analisando as figuras anteriores, é possível observar que os preços recebidos pelos agricultores na Feira Agroecológica foram quase sempre maiores que na Ceasa, em 2019, referentes a quatro dos cinco alimentos destacados. A exceção foi a taioba, cujos preços na feira foram iguais ou menores que os praticados na Ceasa, em seis meses do ano.

Nota-se, ainda, que as flutuações de preços dos cinco alimentos ocorreram com maior frequência no mercado da Ceasa do que na Feira Agroecológica¹⁹. Somente o limão apresentou preços mais estáveis na Ceasa, mesmo assim, com flutuação um pouco maior que na feira. Outro aspecto é que os preços na feira foram, em média, superiores aos praticados na Ceasa, com exceção da taioba.

Nos casos da banana-prata e do palmito-pupunha, que correspondem aos produtos derivados de dois dos quatro consórcios agrofloreais testados na Unidade de Pesquisa do Incaper, em Pacotuba, os preços recebidos pelos agricultores na feira foram bem mais vantajosos, sendo, em média, 26,7% maiores na venda da banana e 31% maiores na venda da pupunha, em comparação com a Ceasa-ES.

Com base nisso, conclui-se que a Feira Agroecológica foi o mercado mais favorável aos agricultores familiares, pois proporcionou o aumento de sua rentabilidade e a manteve mais estável, principalmente porque nela se realiza a venda direta aos consumidores. Além disso, os preços não são discrepantes em relação aos que são praticados na feira municipal (realizada no centro da cidade), os quais, costumam ser mais justos para ambos, agricultores e consumidores.

Biancardi *et al.* (2017) também constataram que a inserção dos agricultores familiares de Alegre-ES foi desvantajosa na Ceasa²⁰, em comparação com a feira municipal, envolvendo oito dos quinze alimentos analisados, entre os quais estão incluídos dois (banana-prata e almeirão) dos alimentos que foram objeto do presente estudo.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, apresentou-se uma revisão teórica sobre as formas de acesso dos agricultores familiares aos mercados e o papel das feiras livres. Também foi feita a caracterização da Feira Agroecológica realizada na Ufes, no *campus* de Alegre-ES, além de verificar a sua competitividade em relação ao mercado atacadista da Ceasa-ES.

Revelou-se que essa Feira Agroecológica, iniciada em agosto de 2018, conta com sete famílias agricultoras, as quais comercializam 94 tipos de alimentos, sendo 55 *in natura* e 39 processados. Estimou-se uma média semanal de 150 pessoas como consumidores, as quais também são atraídas pelas apresentações culturais que são promovidas no momento da feira, visto que esse espaço se tornou um ponto de encontro da comunidade universitária.

A venda de alimentos na Feira Agroecológica, em comparação com a Ceasa, se mostrou mais viável às famílias agricultoras, possibilitando o aumento na sua rentabilidade e numa condição

¹⁹ Finatto e Corrêa (2010), abordando o caso de Pelotas-RS, também destacam a estabilidade dos preços que são praticados na feira agroecológica dessa cidade.

²⁰ Cujos preços são referenciais ao mercado do PAA (enfocado pelos autores), que é o Programa de Aquisição de Alimentos diretamente dos agricultores familiares, lançado em 2003 pelo Governo Federal.

mais estável, em decorrência da relação comercial feita diretamente com os consumidores. Inclusive, na comercialização dos produtos de consórcios agroflorestais, como foram os casos da banana-prata e do palmito-pupunha.

O principal aspecto apontado como deficiente pelos consumidores foi a variedade de alimentos ofertados, principalmente daqueles *in natura*, diante do qual houve um esforço dos feirantes para superá-lo, que levou ao aumento de 69,5% nos alimentos processados e de 52,7% nos alimentos *in natura*, entre abril/2019 e março/2020. Da parte dos feirantes, a dificuldade mais citada se refere ao transporte dos alimentos até a feira, devido aos gastos com o veículo e às estradas ruins.

Entre os desafios constatados, destaca-se a necessidade das famílias participantes avançarem mais na transição agroecológica em suas propriedades, o que vai permitir ampliar a diversificação dos alimentos *in natura* ofertados. Também se observou a expectativa de oferecer oportunidades aos clientes de visita (em grupo) às áreas produtivas, bem como de realização de novos estudos acadêmicos.

Dessa forma, conclui-se que a Feira Agroecológica vem se colocando como uma importante alternativa para a inserção dos agricultores familiares nos mercados do Município de Alegre-ES, de modo mais favorável. O trabalho vigoroso das famílias feirantes, o ambiente universitário onde ocorre a feira e a dedicação da equipe organizadora favoreceram o sucesso do projeto até o momento, o que sinaliza uma perspectiva promissora para o futuro.

A partir de abril de 2020, diante da pandemia de Covid-19, a Feira Agroecológica passou a funcionar na modalidade “virtual”, provisoriamente, por meio de pedidos semanais de alimentos feitos por aplicativo de mensagens (1º momento) e depois por uma plataforma de vendas *online*, sendo que as cestas eram entregues em domicílio ou retiradas pelos clientes na Ufes. Tal mudança no modo de funcionamento foi essencial para manter o vínculo entre feirantes e clientes, garantindo a continuidade dessa importante fonte de renda às famílias feirantes, num momento histórico tão crítico. Após dois anos de pandemia, em abril de 2022, finalmente, voltou a funcionar como feira presencial.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, T. P. de; LIMA, R. A. de; MACAMBIRA, J. **Feiras agroecológicas**: institucionalidade, organização e importância para a composição da renda do agricultor familiar. Fortaleza-CE: Instituto de Desenvolvimento do Trabalho, 2015. 280 p.

BADUE, A. F. *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.

BERNARDINO, R. V. **Uma análise sociológica sobre o consumo de alimentos orgânicos a partir das representações sociais dos consumidores da feira orgânica do bairro Barro Vermelho em Vitória-ES**. 2015. 232 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais), Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória-ES. Disponível em: http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_9144_Dissertacao_Renata_Venturim_Bernardino_B523a.pdf. Acesso em: 17 jun. 2020.

BIANCARDI, C. C. S. *et al.* Viabilidade econômica da produção familiar de alimentos para os mercados institucionais de Alegre-ES. **Extensão Rural**, Santa Maria-RS, v. 23, n. 2, p.85-101, abr./jun. 2017.

CARVALHO, N. P. **O campo no campus**: a experiência da feira agroecológica na UFRJ. 2015. 302 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ. Disponível em: <http://www.producao.ufrj.br/index.php/br/informacoess-academicas/teses-e-dissertacoes/doutorado/2015-1/143--131/file>. Acesso em: 17 jun. 2020.

COELHO, J. D. **Feiras livres de Cascavel e de Ocara**: caracterização, análise da renda e das formas de governança dos feirantes. 2008. 151 p. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Economia Rural), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE. Disponível em: http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/9105/1/2008_dis_jdcoelho.pdf. Acesso em: 21 mar. 2020.

DAROLT, M. R. Circuitos curtos de comercialização de alimentos ecológicos: reconectando produtores e consumidores. In: NIEDERLE, P. A.; ALMEIDA, L. de; VEZZANI, F. M. (Org.). **Agroecologia**: práticas, mercados e políticas para uma nova agricultura. Curitiba: Instituto Kairós, 2013, p. 13-170.

EISLER, R. **A verdadeira riqueza das nações**: criando uma economia solidária. São Paulo: Cultrix, 2008. 296 p.

FINATTO, R. A.; CORRÊA, W. K. Desafios e perspectivas para a comercialização de produtos de base agroecológica - o caso do município de Pelotas-RS. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre-RS, v. 5, n. 1, p.95-105, mar. 2010. Disponível em: <http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/rbagroecologia/article/view/9669/6638>. Acesso em: 2 dez. 2020.

GODOY, W. I.; ANJOS, F. S. A importância das feiras livres ecológicas: um espaço de trocas e saberes da economia local. **Rev. Bras. Agroecologia**, v. 2, n. 1, p. 364-368, fev. 2007. Disponível em: <http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/1943>. Acesso em: 24 mar. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR - IDEC. **Mapa de feiras orgânicas**. São Paulo-SP, [s.d.]. Disponível em: <https://feirasorganicas.org.br/estatisticas/>. Acesso em: 6 dez. 2021.

JESUS, G. M. de. O lugar da feira livre na grande cidade capitalista: Rio de Janeiro, 1964-1989. **Rev. Bras. Geog.**, Rio de Janeiro-RJ, v. 54, n. 1, p. 95-120, jan./mar. 1992. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/115/rbg_1992_v54_n1.pdf. Acesso em: 9 jul. 2019.

LIMA, A. B. de. **Camponeses e feiras agroecológicas na Paraíba**. 2017. 413 p. Tese (Doutorado em Geografia Humana), Universidade de São Paulo, São Paulo-SP. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-01022018-114224/publico/2017_AlineBarbozaDeLima_VCorr.pdf. Acesso em: 17 jun. 2020.

MALUF, R. S. Mercados agroalimentares e a agricultura familiar no Brasil: agregação de valor, cadeias integradas e circuitos regionais. **Ensaios FEE**, Porto Alegre, v. 25, n. 1, p. 299-322, abr. 2004.

MARQUES, F. C.; CONTERATO, M. A.; SCHNEIDER, S. (Org.). **Construção de mercados e agricultura familiar**: desafios para o desenvolvimento rural. Porto Alegre: UFRGS, 2016.

MATTOS, L. (Coord.). **Marco referencial em agroecologia**. Brasília: Embrapa, 2006. 70 p.

PETRY, C. *et al.* Feira ecológica da UPF- espaço de aprendizados em agroecologia na universidade. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, p. 1-7, jul. 2018. Disponível em: <http://cadernos.aba-agroecologia.org.br/index.php/cadernos/article/view/1522>. Acesso em: 22 abr. 2020.

PLOEG, J. D. van der. **Camponeses e impérios alimentares**: lutas por autonomia e sustentabilidade na era da globalização. Porto Alegre-RS: UFRGS, 2008. 372 p.

SATO, L. Processos cotidianos de organização do trabalho na feira livre. **Psicologia & Sociedade**, Belo Horizonte-MG, v. 19, edição especial n. 1, p. 95-102, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/psoc/v19nspe/v19nspea13.pdf>. Acesso em: 9 jul. 2019.

SCHNEIDER, S. A presença e as potencialidades da agricultura familiar na América Latina e no Caribe. **Redes**, Santa Cruz Sul-RS, v. 21, n. 3, p. 11-33, set./dez. 2016. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/redes/article/view/8390>. Acesso em: 9 jul. 2019.

SILVA, V. M. S. da. **As feiras de base agroecológica em Recife – Pernambuco**: troca de saberes, sabores e ideias sustentáveis. 2016. 104 p. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural e Desenvolvimento Local), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/bitstream/tede2/5527/2/Vanessa%20Maria%20Santiago%20da%20Silva.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2020.

SINGER, P. **Introdução à economia solidária**. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 2002. 127 p.

SIQUEIRA, H. M. de. **Transição agroecológica e sustentabilidade dos agricultores familiares**. Vitória: EDUFES, 2014. 170 p.

SIQUEIRA, H. M. de *et al.* Comercialização solidária da produção familiar de alimentos em Alegre-ES. **Extensão Rural**, Santa Maria-RS, v. 21, n. 3, p. 98-118, set./dez. 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/extensaorural/article/view/8336>. Acesso em: 22 abr. 2020.

VALENT, J. Z. *et al.* Qualidade de produtos orgânicos: a percepção dos produtores de hortaliças de uma feira ecológica em Porto Alegre-RS. **REGET**, Santa Maria-RS, v. 18 n. 1, p. 1072-1082, set./dez. 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/13839>. Acesso em: 17 jun. 2020.

WANDERLEY, M. N. B. Raízes históricas do campesinato brasileiro. *In*: TEDESCO, J. C. (Org.). **Agricultura familiar: realidades e perspectivas**. Passo Fundo: UPF, 2001. p. 21-55.

WILKINSON, J. **Mercados, redes e valores**: o novo mundo da agricultura familiar. Porto Alegre: UFRGS, 2008. 213 p.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 205 p. Disponível em: https://saudeglobaldotorg1.files.wordpress.com/2014/02/yin-metodologia_da_pesquisa_estudo_de_caso_yin.pdf. Acesso em: 13 ago. 2019.

CAPÍTULO 8

COMPOSIÇÃO QUÍMICA, ATIVIDADES BIOLÓGICAS E APLICABILIDADE DA GLIRICÍDIA EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS

Ana Claudia Hertel Pereira¹

Denise Coutinho Endringer²

1 INTRODUÇÃO

As plantas contêm princípios ativos que podem ser utilizados na composição de cosméticos e produtos farmacêuticos. Por essa razão, o conhecimento da composição das plantas utilizadas em sistemas agroflorestais (SAFs), bem como as suas aplicações, pode ampliar a quantidade de produtos obtidos e, assim, favorecer o agricultor.

A gliricídia é uma árvore de múltiplos usos e, por isso, é amplamente cultivada, inclusive em SAFs, destacando-se por sua grande produção de biomassa. É usada, principalmente, como árvore de sombra e produtora de grande quantidade de biomassa, o que resulta em efeitos positivos para o solo. A presente revisão teve por objetivo conhecer a gliricídia como espécie de uso múltiplo, com foco na sua composição e aplicação dos compostos bioativos visando ampliar os usos e possibilidade de produtos em SAFs.

A gliricídia, *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. (CARVALHO FILHO; DRUMOND; LANGUIDEY, 1997), é uma das espécies de interesse utilizada na agricultura brasileira, mas que ainda é pouco explorada para outros fins (BUCH; ARYA, 2017; KRISHNAVENI; NAYAKI; BALASUBRAMANIAN, 2015; NAZLI *et al.*, 2011; TANTENGCO; JACINTO, 2015). É conhecida por diversos nomes, que variam de acordo com o país, como “madre de cacao” (BUCH; ARYA, 2017; KRISHNAVENI; NAYAKI; BALASUBRAMANIAN, 2015; NAZLI *et al.*, 2011; TANTENGCO; JACINTO, 2015), “agunmaniye” (ABULUDE; ADEBOTE, 2009), “gamal” (AGUSTINA; PRAMUDI; AIDAWATI, 2019; NUKMAL *et al.*, 2019), “kakawate” (CARANDANG; BUEMIO; LOPEZ, 2015), “cocoíte” (CASTREJÓN-PINEDA *et al.*, 2016), “madero negro” (CHAVERRI; CICCÍÓ, 2015), “cacao de nance”, “mata raton” e “madiado” (BELTRAN; ROBERTSON; MARTIN, 2019; CÁCERES *et al.*, 1993).

2 CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE

A *G. sepium* (Figura 2) pertence à família Fabaceae/Leguminosae (ANG *et al.*, 2019; CÁCERES *et al.*, 1991b; CALLE; RIVERA; JOSEPH-NATHAN, 1987; CARANDANG; BUEMIO; LOPEZ, 2015;

¹ D.Sc. Ciências Farmacêuticas, Bioanalista da UVV, ana.pereira@uvv.br

² D.Sc. Ciências Farmacêuticas, Pró-Reitora de Pesquisa e Extensão da UVV

QUINTERO, 1993) e é nativa da América Central e Norte da América do Sul (BARRETO; FERNANDES, 2001; CARVALHO FILHO; DRUMOND; LANGUIDEY, 1997), onde pode ocorrer desde zonas costeiras até zonas a 1.200 m de altitude (CHAVERRI; CICCIO, 2015). Além desses lugares, também é cultivada na Ásia, África, e Filipinas (ABULUDE; ADEBOTE, 2009; BARRETO; FERNANDES, 2001; STEWART; ALLISON; SIMONS, 1996). No Brasil, é amplamente distribuída conforme apresentado na Figura 1.

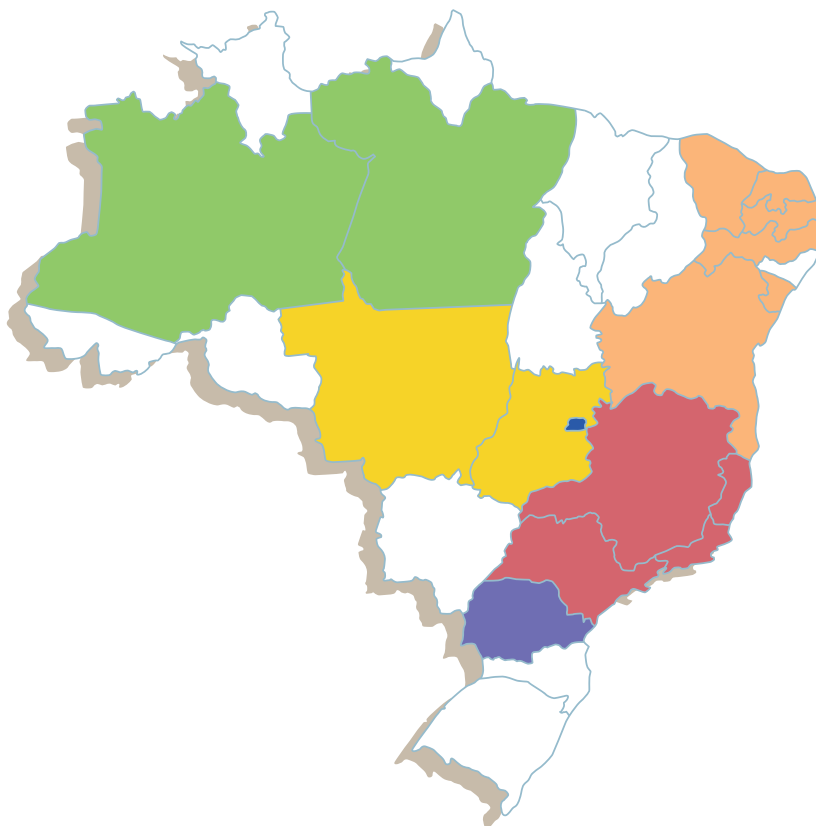


Figura 1 – Distribuição da *G. sepium* no Brasil, em que os estados em colorido indicam a presença da espécie.
Fonte: Queiroz (2022).

Trata-se de uma leguminosa arbórea de porte médio (Figura 2), que pode ter entre 10 m a 12 m de altura (BARRETO; FERNANDES, 2001; CHERIAN; THAMBI, 2019; CARVALHO FILHO; DRUMOND; LANGUIDEY, 1997), e sua casca pode variar de uma coloração cinza branqueada a vermelho amarronzado (CHERIAN; THAMBI, 2019). Suas folhas são compostas de folíolos imparipinados de 15 cm a 25 cm de comprimento e formato elíptico. Suas flores são agrupadas em cachos curtos com coloração rosa ou matizadas de púrpura (CHAVERRI; CICCIO, 2015; QUINTERO, 1993). Ela floresce entre agosto e novembro (DRUMOND; CARVALHO FILHO, 1999) e possui frutos em forma de vagem, que variam de 10 cm a 15 cm de comprimento por 1,5 cm de largura. Cada vagem contém de três a oito sementes planas, caracterizadas por uma

coloração marrom escura e formato alongado (CHAVERRI; CICCIO, 2015). Pode ser propagada pelas sementes ou por estacas (RANGEL *et al.*, 2011).



Figura 2 – Espécime de *G. sepium* em SAF localizada no Município de Cachoeiro do Itapemirim (à esquerda). Exsicata da espécie depositada no Herbário da Universidade Federal do Espírito Santo (à direita).

A gliricídia é uma espécie fixadora de nitrogênio (BAH; RAHMAN, 2001), que permite melhor estabilização das plantas com desenvolvimento da raiz (ADEJUMO, 1992). É muito utilizada em plantações de alamedas por seu porte compacto e por gerar pouca concorrência com outras espécies (AKHARAIYI; BOBOYE; ADETUYI, 2012; BARRETO; FERNANDES, 2001). Costuma ser associada ao cultivo de cacau (KABA *et al.*, 2019), feijão (CARVALHO FILHO; DRUMOND; LANGUIDEY, 1997), mandioca (BARRETO; FERNANDES, 2001), milho (KARIM; SAVILL; RHODES, 1993) e inclusive café conilon, como o SAF existente na Estação Experimental do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) (SILVA, D. *et al.*, 2020).

Inclusive, é capaz de tolerar longos períodos de seca e solos de baixo pH, além de não necessitar de solos férteis, embora se desenvolva melhor neles (ABULUDE; ADEBOTE, 2009; CARVALHO FILHO; DRUMOND; LANGUIDEY, 1997; KIILL; DRUMOND, 2001). Ainda que não tenha variação sazonal, as melhores condições se apresentam quando está com 70 cm de altura, e o período do outono é relatado como o melhor nos quesitos produção de matéria seca, crescimento e composição química (SILVA *et al.*, 2017).

A floração da gliricídia pode diminuir o seu crescimento vegetativo, entretanto podas periódicas podem impedir a floração favorecendo a folhagem em períodos de seca (ADEJUMO, 1992). A coleta do seu material vegetal aéreo pode ocorrer de 75 a 90 dias na estação chuvosa e de 110 a 120 dias na estação de seca (RANGEL *et al.*, 2011), podendo variar de acordo com a região (BARRETO; FERNANDES, 2001).

Como se trata de uma espécie que não apresenta grandes variações sazonais, é utilizada como fonte de nutriente para animais ao longo de todo o ano, inclusive nos períodos críticos (ASCENCIO-ROJAS *et al.*, 2019). Apresenta, ainda, um alto teor de proteínas nas folhas (25%-30%), que aumentam conforme a idade da planta (ADEJUMO, 1992), tanto que em um estudo realizado com vacas alimentadas com gliricídia houve aumento no rendimento de leite devido ao teor de nitrogênio (JUMA *et al.*, 2006). Em termos de composição mineral, possui principalmente cálcio, potássio, magnésio e fósforo (como *phytate*) (ABULUDE; ADEBOTE, 2009; ABULUDE, 2007; BARRETO; FERNANDES, 2001).

A gliricídia tem altas taxas de produção de biomassa que, a longo prazo, podem favorecer a fertilidade do solo e a disponibilidade de nutrientes para culturas intercalares (BELTRAN; ROBERTSON; MARTIN, 2019; PAULA *et al.*, 2015). Além disso, é capaz de auxiliar no controle do pH do solo devido ao seu conteúdo mineral, ocasionando, também, redução de densidade e elevação da macroporosidade, que favorece a infiltração de água no solo (BARRETO; FERNANDES, 2001).

A planta também é utilizada popularmente como cerca viva, fonte de madeira (ABULUDE; ADEBOTE, 2009; DRUMOND; CARVALHO FILHO, 1999; ROSERO-TORO *et al.*, 2018) e forragem para ruminantes. Seu uso como alimento de animais está relacionado ao seu teor de proteínas, minerais e carboidratos (ADEWUYI; ODERINDE; AJAYI, 2009), e à sua boa degradabilidade (ASCENCIO-ROJAS *et al.*, 2019), embora seja consumida pelos animais após um período de adaptação ou murchada, pois possui cheiro acre (BAYÃO *et al.*, 2016). Alguns autores (CARVALHO FILHO; DRUMOND; LANGUIDEY, 1997) não a recomendam a animais monogástricos devido à possível existência de substâncias potencialmente tóxicas a esses animais, com exceção de ovelhas e cabras (CAREW, 1983; CASTREJÓN-PINEDA *et al.*, 2016).

Usualmente, por ter rápido crescimento e, também, para não prejudicar a cultura associada, a gliricídia recebe podas periódicas para manter o equilíbrio do solo (BARRETO; FERNANDES, 2001; RANGEL *et al.*, 2011). A primeira poda, geralmente, é depositada no solo como matéria orgânica. As podas subsequentes são pouco aproveitadas sendo, em muitos casos, subutilizadas na própria propriedade (CARVALHO FILHO; DRUMOND; LANGUIDEY, 1997; KIILL; DRUMOND, 2001).

3 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA PLANTA E APLICABILIDADE

A composição química da gliricídia é extremamente diversa, variando de acordo com a região de cultivo. Na Tabela 1, estão detalhados as classes e compostos identificados até o momento.

Tabela 1 – Compostos identificados em amostras de folhas (Fo), casca (C), cerne (H), talo (P), flor (Fl), fruto (Fr), raiz (R), seiva da casca (S), pecíolo (Pe), semente (M) e madeira (W) de *G. sepium* (continua)

Composto	Parte da planta	País	Referência
Ácido acético	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
Acetonitrile	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
Aformosin	Fo	Índia	(BUCH; ARYA, 2017)
Afrormosin	H	Sri Lanka	(HERATH <i>et al.</i> , 1998)
Alcalóides	C, Fo	Filipinas Nigéria África Índia Venezuela	(ABULUDE, 2007; AKHARAIYI; BOBOYE; ADETUYI, 2012; AYE; ADEGUN, 2013; CRUZ; CUI-LIM, 2016; EDOH <i>et al.</i> , 2019; JOSE; SUJATHA, 2017; KUMAR; SIMON, 2016; SIVIRA <i>et al.</i> , 2011; WAHAB; AKINTERINWA, 2015)
Allo-aromadendrene	Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
Allyl tiglate	Fl	Índia	(KANIAMPADY <i>et al.</i> , 2007)
Sais quaternários de amônio	Fo	Venezuela	(SIVIRA <i>et al.</i> , 2011)
β -Amyrone	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
Argon	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
Ácido aromático	Fo	Guatemala	(RASTRELLI <i>et al.</i> , 1999b)
Amida aromática	R	Nigéria	(ADEKUNLE; AKINLUA, 2007)
Beenic acid	M	Filipinas Nigéria	(ADEWUYI <i>et al.</i> , 2012; ADEWUYI; ODERINDE, 2013; EZEAGU <i>et al.</i> , 1998; KNOTHE; CASTRO; RAZON, 2015)
Benzaldehyde	Fl, Fo	Costa Rica e Colômbia	(CHAVERRI; CICCIO, 2015; QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
Benzofenona	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
Benzyl alcohol	Fl, Fo	Índia Colômbia	(JOSE; REDDY, 2010; KANIAMPADY <i>et al.</i> , 2007; QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
Benzyl β -d-glucoside	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
4-benzyloxy-3-methoxy-2-nitro-Benzaldehyde	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
Betulinic acid	H	Sri Lanka	(HERATH; DESILVA, 2000)
Bicyclogermacrene	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
Butin	W	Panamá	(MANNERS; JURD, 1979)
5-tert-Butyl-1,3-cyclopentadiene	Fo	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
2-butyl-2-hexanol	Fl	Índia	(JOSE; REDDY, 2010; KANIAMPADY <i>et al.</i> , 2007)

(continuação)

Composto	Parte da planta	País	Referência
2-butyl-3-hexanol	Fl	Índia	(KANIAMPADY <i>et al.</i> , 2007)
TM -Cadinene	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
γ-Cadinol	Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
Campesterol	M	Nigéria	(ADEWUYI; ODERINDE, 2013)
Capric acid	Fl	Costa Rica Índia	(CHAVERRI; CICCIO, 2015; JOSE; REDDY, 2010; KANIAMPADY <i>et al.</i> , 2007)
Caprilic acid	Fl	Índia	(KANIAMPADY <i>et al.</i> , 2007)
Carbohydrates	Fl, Fo	Índia Nigéria	(ABULUDE, 2007; KRISHNAVENI; NAYAKI; BALASUBRAMANIAN, 2015; KUMAR <i>et al.</i> , 2014)
Carboxilic acid	Fo, R	Nigéria	(ADEKUNLE; AKINLUA, 2007)
Carvenone	Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
Caryophyllene	Fo	Índia	(JOSE; REDDY, 2010; KANIAMPADY <i>et al.</i> , 2007)
Caryophyllene oxide	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
[®] -Caryophyllene	Fo, Fl	Colômbia Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015; QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
γ-Cedrene epoxide	Fo	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
γ-Copaene	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
[®] -Copaene	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
<i>trans</i> -o-Coumaric acid	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
O-Coumaric acid	Fo	Índia	(GRIFFITHS, 1962; RAMAMOORTHY; PALIWAL, 1993)
<i>m</i> -Coumaric acid	Fo	Índia	(RAMAMOORTHY; PALIWAL, 1993)
<i>p</i> -Coumaric acid	Fo	Índia	(RAMAMOORTHY; PALIWAL, 1993)
Coumarin	Fo, Fl	Japão Filipinas México Costa Rica Espanha Colômbia Índia	(CHAVERRI; CICCIO, 2015; CHERIAN; THAMBI, 2019; GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019; GRIFFITHS, 1962; JARAMILLO HERNÁNDEZ <i>et al.</i> , 2020; JOSE; REDDY, 2010; JOSE; SUJATHA, 2017; KANIAMPADY <i>et al.</i> , 2007; QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015; RAMAMOORTHY; PALIWAL, 1993; TAKEMURA <i>et al.</i> , 2013; TORRES, 2018; VON SON-DE FERNEX <i>et al.</i> , 2017)
p-Cresol	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
Crotonic aldehyde	Fo	Índia	(JOSE; REDDY, 2010; KANIAMPADY <i>et al.</i> , 2007)

(continuação)

Composto	Parte da planta	País	Referência
®-Cyclocitral	Fo	Colômbia Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍO, 2015; QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
®-Cyclohomocitral	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
Cyclohexadecanolide	Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍO, 2015)
2-[2]-[2]-2-Pentylcycl Cyclopropanebutanoic acid	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
(E)-®-Damascenone	Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍO, 2015)
(Z)-®-Damascenone	Fo	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍO, 2015)
(2E,4E)-Decadienal	Fo, Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍO, 2015)
(2Z,4Z)-Decadienal	Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍO, 2015)
Decanal	Fl, Fo	Costa Rica Colômbia	(CHAVERRI; CICCÍO, 2015; QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
Decanol	Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍO, 2015)
1-Decanol	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
(Z)-Decyl icos-9-enoate	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
Dehydro-1,8-Cineole	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
Diacylglycerols	M	Nigéria	(ADEWUYI; ODERINDE; AJAYI, 2009)
Digalactosylmonoacylglycerol	M	Nigéria	(ADEWUYI; ODERINDE, 2013)
Digalactosyldiacylglycerol	M	Nigéria	(ADEWUYI; ODERINDE, 2013)
Dihydroactinidiolide	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
(E)-Dihydro-Apofarnesol	Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍO, 2015)
(Z)-Dihydro-Apofarnesol	Fo, Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍO, 2015)
3,4-Dihydrocoumarin	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
Dihydrocarveol acetate	Fl	Índia	(KANIAMPADY <i>et al.</i> , 2007)
Dihydroxyacetone	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
3,4-dihydro-2H-1-Benzopyran-2-one	Fo	Filipinas	(ABDULAZIZ <i>et al.</i> , 2019)
5,6-dihydro-4H-cyclopenta-(6)-furan	Fo	Índia	(JOSE; REDDY, 2010; KANIAMPADY <i>et al.</i> , 2007)
7,2'-Dihydroxy-6,4'- dimethoxyisoflavone	H	Sri Lanka	(HERATH; DESILVA, 2000)
7,4'—dihydroxy-3'-methoxy isoflavan	H	Sri Lanka	(HERATH <i>et al.</i> , 1998)
2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl 4H-Pyran-4-one	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
3',4'-dihydroxy-trans-cinnamic acid octacosyl ester	H	Sri Lanka	(HERATH; DESILVA, 2000)
Dill ether	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)

(continuação)

Composto	Parte da planta	País	Referência
Dimethyl-2-(5-methylcyclohexa-1,4-dienyloxy) ethy	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
2,4-Dimethylbenzaldehyde	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
2,2-dimethyl-Butane	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
1,3-Dimethyl-Cyclopentane	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
4,6-Dimethyl-Dodecane	Fo	Filipinas	(ABDULAZIZ <i>et al.</i> , 2019)
2,2-Dimethyl-Hexane	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
2-(1,1-Dimethylethyl)-5-oxohexanal	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
2,4-Di-t-butylphenol	Fo	Filipinas	(ABDULAZIZ <i>et al.</i> , 2019)
DL-Proline, 5-oxo-, methyl ester	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
Docosene	M	Nigéria	(ADEWUYI; ODERINDE, 2013)
Dodecadiene	M	Nigéria	(ADEWUYI; ODERINDE, 2013)
Dodecan-1-ol	Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
Dodecanal	Fl, Fo	Costa Rica Colômbia	(CHAVERRI; CICCIO, 2015; QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
Dodecyl acetate	Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
Dotriacontane	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
Eicosane	Fo	Filipinas	(ABDULAZIZ <i>et al.</i> , 2019)
1-Eicosene	Fo	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
Eicosanoic acid	M	Filipinas Nigéria	(ADEWUYI <i>et al.</i> , 2012; ADEWUYI; ODERINDE, 2013; EZEAGU <i>et al.</i> , 1998; KNOTHE; CASTRO; RAZON, 2015)
(Z,Z,Z)-8,11,14-Eicosatrienoic acid	Fo	Filipinas	(ABDULAZIZ <i>et al.</i> , 2019)
Essential oil	Fo	Venezuela	(SIVIRA <i>et al.</i> , 2011)
Ethanol	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
Ethyl acetate	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
ethyl ester Carbonochloridic acid	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
Ethyl Hexadecanoate	Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
ethyl isobutyl ester Fumaric acid	Fo	Filipinas	(ABDULAZIZ <i>et al.</i> , 2019)
Eucarvone	Fl	Índia	(JOSE; REDDY, 2010; KANIAMPADY <i>et al.</i> , 2007)
Eugenol	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
®-Farnesene	Fo	Índia	(JOSE; REDDY, 2010; KANIAMPADY <i>et al.</i> , 2007)
(-Farnesene	Fo	Índia	(JOSE; REDDY, 2010; KANIAMPADY <i>et al.</i> , 2007)
(E,E)-Farnesyl acetone	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
(5E,9E)-Farnesylacetone	Fo, Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
(5E,9Z)-Farnesylacetone	Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)

(continuação)

Composto	Parte da planta	País	Referência
Favonol glycosides	Fo	Guatemala	(RASTRELLI <i>et al.</i> , 1999b)
exo-Fenchol	Fo	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍO, 2015)
Ferrulic acid	Fo	Índia	(GRIFFITHS, 1962; RAMAMOORTHY; PALIWAL, 1993)
Flavonóides	S, Fo, Fl	Filipinas Nigéria Espanha Venezuela Índia	(ABDULAZIZ <i>et al.</i> , 2019; ABULUDE, 2007; AKHARAIYI; BOBOYE; ADETUYI, 2012; ANG <i>et al.</i> , 2019; AYE; ADEGUN, 2013; CARANDANG; BUEMIO; LOPEZ, 2015; JARAMILLO HERNÁNDEZ <i>et al.</i> , 2020; JOSE; SUJATHA, 2017; KRISHNAVENI; NAYAKI; BALASUBRAMANIAN, 2015; KUMAR <i>et al.</i> , 2014; KUMAR; SIMON, 2016; SIVIRA <i>et al.</i> , 2011; WAHAB; AKINTERINWA, 2015)
Formononetin	H	Sri Lanka	(HERATH <i>et al.</i> , 1998)
Formentin	Fo	Índia	(BUCH; ARYA, 2017)
Gadoleic acid	M	Nigéria	(ADEWUYI <i>et al.</i> , 2012; ADEWUYI; ODERINDE, 2013; EZEAGU <i>et al.</i> , 1998)
Gallic acid	Fo	Índia	(RAMAMOORTHY; PALIWAL, 1993)
Gentisic acid	Fo	Índia	(GRIFFITHS, 1962; RAMAMOORTHY; PALIWAL, 1993)
Geranial	Fo	Costa Rica Colômbia	(CHAVERRI; CICCÍO, 2015; QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
Geraniol	Fo, Fl	Costa Rica Índia	(CHAVERRI; CICCÍO, 2015; JOSE; REDDY, 2010; KANIAMPADY <i>et al.</i> , 2007)
Geranyl acetone	Fo, Fl	Colômbia Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍO, 2015; QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
(E,E)-Geranyl linalool	Fo	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍO, 2015)
Germacrene-D-4-ol	Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍO, 2015)
Glycolipids	M	Nigéria	(ADEWUYI; ODERINDE, 2013)
Glicosídeos	S, Fo	Filipinas Nigéria Índia	(ABULUDE, 2007; CARANDANG; BUEMIO; LOPEZ, 2015; KRISHNAVENI; NAYAKI; BALASUBRAMANIAN, 2015; KUMAR; SIMON, 2016)
Cardiotonic glycosides	Fo	Espanha	(JARAMILLO HERNÁNDEZ <i>et al.</i> , 2020)
Gliricidin	C, H	Guatemala Panamá	(MANNERS; JURD, 1979; RASTRELLI <i>et al.</i> , 1999a)
Gliricidol (®-hydroxydihydrochalcone)	C, H	Guatemala Panamá	(MANNERS; JURD, 1979; RASTRELLI <i>et al.</i> , 1999a)
Gliricidoside A	R	Guatemala	(RASTRELLI <i>et al.</i> , 1999b)
Gliricidoside B	R	Guatemala	(RASTRELLI <i>et al.</i> , 1999b)
Gliricidogenin A	R	Guatemala	(RASTRELLI <i>et al.</i> , 1999b)
Glyceraldehyde	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
Glycidyl oleate	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)

(continuação)

Composto	Parte da planta	País	Referência
Glyricidin A e B	Fo	Índia	(BUCH; ARYA, 2017)
hederagenin-3-O-4-O-acetyl- [®] -D-xylopyranosyl-(1-3)- (-L-rhamnopyranosyl-(1~2)- (-L-arabinopyranoside	Fr	México	(KOJIMA; ZHU; OGIHARA, 1998)
hederagenin-3-O-(3,4-di-O-acetyl- [®] -D-xylopyranosyl-(1-3)- (-L-rhamnopyranosyl-(1-2)- (-L-arabinopyranoside.	Fr	México	(KOJIMA; ZHU; OGIHARA, 1998)
hederagenin-3-O- [®] -D-xylopyranosyl-(1-3)- (-L-rhamnopyranosyl-(1-2)- (-L-arabinopyranoside.	Fr	México	(KOJIMA; ZHU; OGIHARA, 1998)
hederagenin-3-O-(3,4-di-O-acetyl- (-L-arabinopyranosyl)-(1-3)- (-L-rhamnopyranosyl-(1-2)- (-L-arabinopyranoside.	Fr	México	(KOJIMA; ZHU; OGIHARA, 1998)
hederagenin-3-O- (-L-rhamnopyranosyl-(1-2)- (-L-arabinopyranoside	Fr	México	(KOJIMA; ZHU; OGIHARA, 1998)
Heneicosane	Fo, Fl	Filipinas Costa Rica	(ABDULAZIZ <i>et al.</i> , 2019; CHAVERRI; CICCIO, 2015)
Heptacosane	Fl, M	Costa Rica Nigéria	(ADEWUYI; ODERINDE, 2013; CHAVERRI; CICCIO, 2015)
Heptadecanal	Fo, Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
Heptadecane	Fo, Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
(Z,Z)-1,8,11-Heptadecatriene	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
Heptanal	Fl	Costa Rica Colômbia	(CHAVERRI; CICCIO, 2015; QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
Heptan-1-ol	Fo, Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
2-Heptanone	Fo	Costa Rica Colômbia	(CHAVERRI; CICCIO, 2015; QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
(E)-2-Heptenal	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
(E,E)-2,4-Heptadienal	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
Heptyl acetate	Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
Hexacosane	Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
Hexacosene	M	Nigéria	(ADEWUYI; ODERINDE, 2013)
Hexadecadienic acid C16:2n-4	M	Nigéria	(EZEAGU <i>et al.</i> , 1998)
Hexadecanal	Fl, Fo	Costa Rica Colômbia	(CHAVERRI; CICCIO, 2015; QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
Hexadecane	Fo	Filipinas Costa Rica	(ABDULAZIZ <i>et al.</i> , 2019; CHAVERRI; CICCIO, 2015)

(continuação)

Composto	Parte da planta	País	Referência
(E,E)-2,4-Hexadienal	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
1,7-Hexadecadiene	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
1-Hexadecene	Fo	Costa Rica	(CHAVERRI e CICCIO, 2015)
<i>cis,cis,cis</i> - 7,10,13-Hexadecatrienal	Fo	Filipinas	(ABDULAZIZ <i>et al.</i> , 2019)
Hexanal	Fo, Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
1-Hexanol	Fo, Fl	Colômbia Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015; QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
(E)-2-Hexenal	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
(E)-2-Hexenol	Fl, Fo	Costa Rica Índia	(CHAVERRI; CICCIO, 2015; JOSE; REDDY, 2010; KANIAMPADY <i>et al.</i> , 2007)
(Z)-2-Hexen-1-ol	Fo	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
(Z)-3-Hexenol	Fo	Índia Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015; JOSE; REDDY, 2010; KANIAMPADY <i>et al.</i> , 2007)
(E)-3-hexen-1-ol	Fl, Fo	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
(E)-3-Hexenyl Tiglate	Fo	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
(Z)-3-Hexenyl benzoate	Fo	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
(Z)-3-Hexenyl-2-methylbutanoate	Fo	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
Hydrocarbons	M	Nigéria	(ADEWUYI; ODERINDE; AJAYI, 2009)
Hydrogen azide	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
Hydroquinone	Fo, Fl	Índia	(CHERIAN; THAMBI, 2019; JOSE; REDDY, 2010; KANIAMPADY <i>et al.</i> , 2007)
Hydrocoumarin	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
2-Hydroxy-4-methoxyacetophenone (=Paeonol)	Fo	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
2'-Hydroxy-acetophenone	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
2-Hydroxyacetophenone	Fo	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
p-Hydroxybenzoic acid	Fo	Índia	(RAMAMOORTHY; PALIWAL, 1993)
2-hydroxy-2-Cyclopenten-1-one	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
4-hydroxy-3-methylacetophenone	Fl	Índia	(KANIAMPADY <i>et al.</i> , 2007)
2-hydroxy-2-methyl-(S)-Butanedioic acid	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
5-Hydroxymethylfurfural	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
Indole	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
1,2,3,4-tetrahydro-1,1,6-trimethylnaphthalene (= γ -Ionene)	Fo	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
(E)- γ -Ionone	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
(E)- α -Ionone	Fo	Colômbia Costa Rica	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015; CHAVERRI; CICCIO, 2015)

(continuação)

Composto	Parte da planta	País	Referência
Isoamyl propanoate	Fo	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍÓ, 2015)
Isobutyl alcohol	Fo	Índia	(JOSE; REDDY, 2010; KANIAMPADY <i>et al.</i> , 2007)
Isoflavans	Fo	Guatemala	(RASTRELLI <i>et al.</i> , 1999b)
Isoflavonoids	Fo	Índia	(BUCH; ARYA, 2017)
Isogeraniol	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
<i>iso</i> -Isopulegol	Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍÓ, 2015)
<i>neo</i> -Isopulegol	Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍÓ, 2015)
isomucronulatol or mucronulatol	W	Panama	(MANNERS; JURD, 1979)
Isophytol	Fo	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍÓ, 2015)
Isoquercitrin	Fl	Índia	(SUKUMAR; APARNA, 2014)
Isovanillin	Fo	Índia	(JOSE; REDDY, 2010; KANIAMPADY <i>et al.</i> , 2007)
Isovestitol	H	Sri Lanka	(HERATH <i>et al.</i> , 1998)
(Z)-Jasmone	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
Kaempferol	Fl	Índia	(VIMALA; MERINA, 2015)
Kaempferol-3-O- rutinocide	Fl	Índia	(VIMALA; MERINA, 2015)
4-Ketoisophorone	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
Lauric acid	Fl	Costa Rica Índia	(CHAVERRI; CICCÍÓ, 2015; JOSE; REDDY, 2010; KANIAMPADY <i>et al.</i> , 2007)
Ledol	Fo	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍÓ, 2015)
Lignoceric acid	M	Filipinas Nigéria	(ADEWUYI <i>et al.</i> , 2012; ADEWUYI; ODERINDE, 2013; EZEAGU <i>et al.</i> , 1998; KNOTHE; CASTRO; RAZON, 2015)
Linoleic acid	Fl, M	Costa Rica Filipinas Nigéria	(ADEWUYI <i>et al.</i> , 2012; ADEWUYI; ODERINDE, 2013; CHAVERRI; CICCÍÓ, 2015; EZEAGU <i>et al.</i> , 1998; KNOTHE; CASTRO; RAZON, 2015)
Linolenic acid	M	Filipinas Nigéria	(ADEWUYI <i>et al.</i> , 2012; ADEWUYI; ODERINDE, 2013; KNOTHE; CASTRO; RAZON, 2015)
©-Linolenic acid (-)-Linolenic acid		Nigéria	(EZEAGU <i>et al.</i> , 1998)
Limonene	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
Linalool	Fl, Fo	Costa Rica Colômbia	(CHAVERRI; CICCÍÓ, 2015; QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
<i>trans</i> -Linalool oxide (furanoid)	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
<i>cis</i> -Linalool oxide (furanoid)	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)

(continuação)

Composto	Parte da planta	País	Referência
Lipids	Fo	Filipinas Índia	(KUMAR; SIMON, 2016; TORRES, 2018)
Lipids polar	M	Nigéria	(ADEWUYI; ODERINDE; AJAYI, 2009)
Lipids neutral	M	Nigéria	(ADEWUYI; ODERINDE, 2013)
Lupeol acetate	Fo	Filipinas	(ABDULAZIZ <i>et al.</i> , 2019)
lyso phosphatidylethanol amine	M	Nigéria	(ADEWUYI; ODERINDE, 2013)
®-Maaliene	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
Maltol	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019; JOSE; REDDY, 2010; KANIAMPADY <i>et al.</i> , 2007)
Manool	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
Margic acid	M	Filipinas	(KNOTHE; CASTRO; RAZON, 2015)
Medicarpin	Fo H	Índia Sri Lanka	(BUCH; ARYA, 2017) (HERATH <i>et al.</i> , 1998)
Melilotic acid	Fo	-	(GRIFFITHS, 1962)
p-Mentha-1,4-dien-2-ol	Fl	Índia	(JOSE; REDDY, 2010; KANIAMPADY <i>et al.</i> , 2007)
p-Mentha-1,4-dien-7-ol	Fl	Índia	(JOSE; REDDY, 2010; KANIAMPADY <i>et al.</i> , 2007)
p-Mentha-1,8-dien-1-ol	Fl	Índia	(JOSE; REDDY, 2010)
p-mentha-1,8-dien-9-ol	Fl	Índia	(KANIAMPADY <i>et al.</i> , 2007)
trans-p-Mentha-1(7),8-dien-2-ol	Fo, Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍÓ, 2015)
cis-p-Menth-2-en-1-ol	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
trans-p-Menth-2-en-1-ol	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
Menthol	Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍÓ, 2015)
Methylbenzene	Fo, Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍÓ, 2015)
2-methyl-Butanoic acid	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
Methyl-Cyclopentane	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
3-Methyl-1,2-cyclopentanedione	Fo, Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍÓ, 2015)
2-Methoxygliricidol	C	Guatemala	(RASTRELLI <i>et al.</i> , 1999a)
Methyl hexadecanoate	Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍÓ, 2015)
Methyl linoleate	Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍÓ, 2015)
Methyl linolenate	Fo	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍÓ, 2015)
4-O-Methylmannose	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
2-Methyl-4-pentenoic acid	Fo	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍÓ, 2015)
Methylsalicylate	Fo, Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍÓ, 2015)
2'-O-methyl sepiol (3',7'-dihydroxy-2',4'-dimethoxyisoflav-3-ene)	W, H	Panama	(JURD; MANNERS, 1977; MANNERS; JURD, 1979)
2-O-Methyl-d-xylose	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
Miristic acid	M	Filipinas	(KNOTHE; CASTRO; RAZON, 2015)

(continuação)

Composto	Parte da planta	País	Referência
Monoacylglycerols	M	Nigéria	(ADEWUYI; ODERINDE; AJAYI, 2009)
Monogalactosyldiacylglycerol	M	Nigéria	(ADEWUYI; ODERINDE, 2013)
Monogalactosylmonoacylglycerol	M	Nigéria	(ADEWUYI; ODERINDE, 2013)
(-)-Muurolene	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
Myricetin	Fo	Índia	(RAMAMOORTHY; PALIWAL, 1993)
cis-Myrtanol	Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
trans-Myrtanol	Fl, Fo	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
Myrtenal	Fl	Índia	(JOSE; REDDY, 2010; KANIAMPADY <i>et al.</i> , 2007)
Myrtenol	Fo, Fl	Costa Rica Índia	(CHAVERRI; CICCIO, 2015; JOSE; REDDY, 2010; KANIAMPADY <i>et al.</i> , 2007)
Myrtenyl acetate	Fl, Fo	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
(-)-Methyl-1-Sorbose	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
Neophytadiene	Fo	Filipinas	(ABDULAZIZ <i>et al.</i> , 2019)
Nerol	Fl, Fo	Costa Rica Colômbia	(CHAVERRI; CICCIO, 2015; QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
(E)-Nerolidol	Fl, Fo	Costa Rica Colômbia	(CHAVERRI; CICCIO, 2015; QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
Lípidios neutros	M	Nigéria	(ADEWUYI; ODERINDE, 2013)
Nonacosane	Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
Nonadecane	Fo, Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
(E,Z)-2,6-Nonadienal	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
(2E,6Z)-Nona-2,6-dien-1-ol	Fo	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
©- Nonalactone	Fl	Índia	(JOSE; REDDY, 2010; KANIAMPADY <i>et al.</i> , 2007)
Nonanal	Fl, Fo	Costa Rica Colômbia	(CHAVERRI; CICCIO, 2015; QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
Nonanol	Fo, Fl	Costa Rica Índia	(CHAVERRI; CICCIO, 2015; JOSE; REDDY, 2010; KANIAMPADY <i>et al.</i> , 2007)
Nonanoic acid	Fl	Índia	(JOSE; REDDY, 2010; KANIAMPADY <i>et al.</i> , 2007)
3-nonanol	Fl	Índia	(KANIAMPADY <i>et al.</i> , 2007)
(E)-2-Nonenal	Fl, Fo	Costa Rica Colômbia	(CHAVERRI; CICCIO, 2015; QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
(E)-2-Nonenol	Fo, Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
(Z)-3-Nonen-1-ol	Fo, Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
3,7-dimethyl-Nonane	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
24-Noroleana-3,12-diene	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
Octacosane	Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
1-iodo-Octacosane	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)

(continuação)

Composto	Parte da planta	País	Referência
(Z,Z)-9,12-Octadecadienoic acid	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
Octadecanal	Fo, Fl	Filipinas Costa Rica	(ABDULAZIZ <i>et al.</i> , 2019; CHAVERRI; CICCIO, 2015)
Octadecane	Fo, M	Costa Rica Nigéria	(ADEWUYI; ODERINDE, 2013; CHAVERRI; CICCIO, 2015)
Octadecene	M	Nigéria	(ADEWUYI; ODERINDE, 2013)
Octan-1-ol	Fo, Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
Octan-3-ol	Fo, Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
3-Octanone	Fl, Fo	Costa Rica Colômbia	(CHAVERRI; CICCIO, 2015; QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
Octanal	Fo	Costa Rica Colômbia	(CHAVERRI; CICCIO, 2015; QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
1-Octen-3-ol	Fl, Fo	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015; QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
(E)-2-Octen-1-ol	Fo, Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
(E)-2-Octenal	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
1-Octen-3-one	Fo	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
(E)-3-Octen-2-one	Fo	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
Oleic acid	M	Filipinas Nigéria	(ADEWUYI <i>et al.</i> , 2012; ADEWUYI; ODERINDE, 2013; EZEAGU <i>et al.</i> , 1998; KNOTHE; CASTRO; RAZON, 2015)
Oleic acid isomer C18:1n-7	M	Nigéria	(EZEAGU <i>et al.</i> , 1998)
2,5-Octanedione	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
1-Oxacyclopentadecan-2-one, 15-ethenyl-15-methyl	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
Oxalate	Pl	Nigéria	(AYE; ADEGUN, 2013)
Oxalic acid	Fo	África	(EDOH <i>et al.</i> , 2019)
5-Oxotetrahydrofuran-2-carboxylic acid	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
Oxytroside (Kaempferol 3-O-rhamnopyranosyl-(1→6)-β-D-glucopyranoside-7-O-rhamnopyranoside)	Fo	México	(VON SON-DE FERNEX <i>et al.</i> , 2018)
Palmitic acid (Hexadecanoic acid) C16:0	Fo, Fl, M	Costa Rica Índia Nigéria Filipinas	(ADEWUYI <i>et al.</i> , 2012; ADEWUYI; ODERINDE, 2013; CHAVERRI; CICCIO, 2015; EZEAGU <i>et al.</i> , 1998; GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019; KNOTHE; CASTRO; RAZON, 2015)
methyl ester Hexadecanoic acid	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
ethyl ester Hexadecanoic acid	Fo	Filipinas	(ABDULAZIZ <i>et al.</i> , 2019)

(continuação)

Composto	Parte da planta	País	Referência
Palmitoleic acid	M	Filipinas Nigéria	(ADEWUYI <i>et al.</i> , 2012; ADEWUYI; ODERINDE, 2013; EZEAGU <i>et al.</i> , 1998; KNOTHE; CASTRO; RAZON, 2015)
Pentacosane	Fo, Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
Pentadecanal	Fo, Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
Pentadecane	Fo	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
Pentadecanoic acid	Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
methyl ester Pentadecanoic acid	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
Pentadecan-2-one	Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
3,3-dimethyl-Pentane	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
2-methyl-Pentane	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
2-pentene-1-ol	Fo	Índia	(JOSE; REDDY, 2010; KANIAMPADY <i>et al.</i> , 2007)
2-Pentylfuran	Fo, Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
2-Phenyl-2-butenal	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
2-Phenylethanol	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
γ-Pinene	Fo, Fl	Colômbia Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015; QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
Pinitol	Fo	Colômbia	(CALLE; RIVERA; JOSEPH-NATHAN, 1987)
Pinitol pentacetate	Leaf	Colômbia	(CALLE; RIVERA; JOSEPH-NATHAN, 1987)
Pinocarvone	Fo, Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCIO, 2015)
Phenol	Fo	Índia Nigéria Venezuela	(AKHARAIYI; BOBOYE; ADETUYI, 2012; JOSE; REDDY, 2010; KANIAMPADY <i>et al.</i> , 2007; SIVIRA <i>et al.</i> , 2011)
Phenylacetaldehyde	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
Phenylacetonitrile	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
Phenylethyl alcohol	Fo	Índia	(JOSE; REDDY, 2010; KANIAMPADY <i>et al.</i> , 2007)
Phosphatidylethanol amine	M	Nigéria	(ADEWUYI; ODERINDE, 2013)
Fosfolipídios	M	Nigéria	(ADEWUYI; ODERINDE, 2013)
Phytic acid	Fo	Nigéria África	(AYE; ADEGUN, 2013; EDOH <i>et al.</i> , 2019)
Phytol	Fo, M, Fl	Filipinas Nigéria Índia	(ABDULAZIZ <i>et al.</i> , 2019; ADEWUYI; ODERINDE, 2013; GOYA; SHINDE; BAYAS, 2019)
(E)-Phytol	Leaf	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)

(continuação)

Composto	Parte da planta	País	Referência
(Z)-Phytol	Fl, Fo	Costa Rica Colômbia	(CHAVERRI; CICCÍO, 2015; QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
<i>trans</i> -Pinocarveol	Fo, Fo	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍO, 2015)
Polifenóis	Fo, R	Colômbia México Índia Filipinas Indonésia Nigéria	(ADEKUNLE; AKINLUA, 2007; AKHARAIYI; BOBOYE; ADETUYI, 2012; ANG <i>et al.</i> , 2019; JOSE; SUJATHA, 2017; KUMAR; SIMON, 2016; MOLINA-BOTERO <i>et al.</i> , 2019; ROJAS <i>et al.</i> , 2006; YUSIATI <i>et al.</i> , 2018)
1,3-Propanediol, 2-(hydroxymethyl)-2-nitro-	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
1,2,3-Propanetriol, 1-acetate	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
(E,E,E)-1,2,3-propanetriyl ester 9-Octadecenoic acid,	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
Propyleneglycol	Fo	Índia	(CHERIAN; THAMBI, 2019; JOSE; REDDY, 2010; KANIAMPADY <i>et al.</i> , 2007)
Proteins	Fo, Fl	Índia	(JOSE; SUJATHA, 2017; KUMAR <i>et al.</i> , 2014)
Protocatechuic acid	Fo	Índia	(RAMAMOORTHY; PALIWAL, 1993)
Pterocarpan	Fo	Guatemala	(RASTRELLI <i>et al.</i> , 1999b)
<i>trans</i> -Pulegol	Fo	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍO, 2015)
quercetin-3 O – β -glucoside	Fl	Índia	(SUKUMAR; APARNA, 2014)
Quinone	Fo	Índia	(JOSE; SUJATHA, 2017)
Resin	Fo	Nigéria	(ABULUDE, 2007)
[®] -Resorecylic acid	Fo	Índia	(RAMAMOORTHY; PALIWAL, 1993)
Robinetin	H, W	Panamá	(JURD, 1976; JURD; MANNERS, 1977; MANNERS; JURD, 1979)
Safranal	Fo	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍO, 2015)
Safrole	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
Salicylaldehyde	F, Fo	Costa Rica Colômbia	(CHAVERRI; CICCÍO, 2015; QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
Saponinas	Fl, Fo, C	Índia Espanha África México Nigéria Venezuela Filipinas	(ABDULAZIZ <i>et al.</i> , 2019; ABULUDE, 2007; AKHARAIYI; BOBOYE; ADETUYI, 2012; AYE; ADEGUN, 2013; CRUZ; CUI-LIM, 2016; EDOH <i>et al.</i> , 2019; JARAMILLO HERNÁNDEZ <i>et al.</i> , 2020; KRISHNAVENI; NAYAKI; BALASUBRAMANIAN, 2015; KUMAR <i>et al.</i> , 2014; KUMAR; SIMON, 2016; MOLINA-BOTERO <i>et al.</i> , 2019; SIVIRA <i>et al.</i> , 2011; WAHAB; AKINTERINWA, 2015)
Steroidal saponins	S	Filipinas	(CARANDANG; BUEMIO; LOPEZ, 2015)
Selin-11-en-4-(-ol	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)

(continuação)

Composto	Parte da planta	País	Referência
Sepinol	H	Panama	(MANNERS; JURD, 1979)
Sepiol (2',3',7-trihydroxy-4'-methoxy-isoflav-3-ene)	H, W	Panama	(JURD, 1976; JURD; MANNERS, 1977; MANNERS; JURD, 1979)
<i>cis</i> -Sinapinic acid (Hydroxycinnamic acid)	Fo	Índia	(RAMAMOORTHY; PALIWAL, 1993)
<i>trans</i> -Sinapinic acid (Hydroxycinnamic acid)	Fo	Índia	(RAMAMOORTHY; PALIWAL, 1993)
B-sitosterol	M	Nigéria	(ADEWUYI; ODERINDE, 2013)
Stearic acid	M	Filipinas Nigéria	(ADEWUYI; ODERINDE, 2013; EZEAGU <i>et al.</i> , 1998; KNOTHE; CASTRO; RAZON, 2015)
Sterol	Fo, M	Índia Nigéria	(ABULUDE, 2007; ADEWUYI; ODERINDE; AJAYI, 2009; JOSE; SUJATHA, 2017)
Esteróides	Fo	Filipinas Colômbia Nigéria Índia	(ABDULAZIZ <i>et al.</i> , 2019; AKHARAIYI; BOBOYE; ADETUYI, 2012; KRISHNAVENI; NAYAKI; BALASUBRAMANIAN, 2015; ROJAS <i>et al.</i> , 2006)
Stigmast-4-en-3-one	M	Nigéria	(ADEWUYI; ODERINDE, 2013)
Stigmast-7-en-3-ol	M	Nigéria	(ADEWUYI; ODERINDE, 2013)
Stigmastanol glucoside	H	Sri Lanka	(HERATH; DESILVA, 2000)
Stigmasterol	M	Nigéria	(ADEWUYI; ODERINDE, 2013)
Syringic acid	Fo	Índia	(RAMAMOORTHY; PALIWAL, 1993)
Taninos condensados	Fo	México Filipinas	(BELTRAN; ROBERTSON; MARTIN, 2019; MOLINA-BOTERO <i>et al.</i> , 2019)
Taninos	Fo, S, Fl	Filipinas México Indonésia Espanha África Nigéria Venezuela Índia	(ABDULAZIZ <i>et al.</i> , 2019; ABULUDE, 2007; AKHARAIYI; BOBOYE; ADETUYI, 2012; AYE; ADEGUN, 2013; BELTRAN; ROBERTSON; MARTIN, 2019; BUCH; ARYA, 2017; CARANDANG; BUEMIO; LOPEZ, 2015; EDOH <i>et al.</i> , 2019; JARAMILLO HERNÁNDEZ <i>et al.</i> , 2020; JOSE; SUJATHA, 2017; KUMAR <i>et al.</i> , 2014; MOLINA-BOTERO <i>et al.</i> , 2019; SIVIRA <i>et al.</i> , 2011; WAHAB; AKINTERINWA, 2015; YUSIATI <i>et al.</i> , 2018)
Terpenóides	Fl, Fo	Costa Rica Nigéria Índia Espanha Filipinas	(AKHARAIYI; BOBOYE; ADETUYI, 2012; ANG <i>et al.</i> , 2019; CHAVERRI; CICCIO, 2015; JARAMILLO HERNÁNDEZ <i>et al.</i> , 2020; JOSE; SUJATHA, 2017; WAHAB; AKINTERINWA, 2015)
Terpinen-4-ol	Fl, Fo	Costa Rica Colômbia	(CHAVERRI; CICCIO, 2015; QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
©-Terpinene	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)

(continuação)

Composto	Parte da planta	País	Referência
α-Terpineol	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
1-Terpineol	Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍO, 2015)
Tetracosane	Fo, Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍO, 2015)
3-Tetradecanoic acid	Fl	Índia	(KANIAMPADY <i>et al.</i> , 2007)
Tetradecanoic acid	Fl	Costa Rica Índia	(CHAVERRI; CICCÍO, 2015; JOSE; REDDY, 2010; KANIAMPADY <i>et al.</i> , 2007)
1-Tetradecene	Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍO, 2015)
Tetrapentacontane	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
Tetradecan-1-ol	Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍO, 2015)
Tetradecanal	Fo, Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍO, 2015)
Tetradecane	Fo, Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍO, 2015)
2,6,10,14-Tetramethylheptadecane	Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍO, 2015)
Thuj-3-en-10-al	Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍO, 2015)
Thymol	Fo	Índia	(JOSE; REDDY, 2010; KANIAMPADY <i>et al.</i> , 2007)
Tocopherol (Vitamin E)	M	Nigéria	(ADEWUYI; ODERINDE, 2013)
®-Tocopherol	M	Nigéria	(ADEWUYI; ODERINDE, 2013)
O-Tolualdehyde	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
Triacylglycerols	M	Nigéria	(ADEWUYI; ODERINDE; AJAYI, 2009)
1,3,5-Triazine-2,4,6-triamine	Fl	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019)
Tricosane	Fo, Fl, M	Costa Rica Nigéria	(ADEWUYI; ODERINDE, 2013; CHAVERRI; CICCÍO, 2015)
Tridecanal	Fl, Fo	Costa Rica Colômbia	(CHAVERRI; CICCÍO, 2015; QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
Tridecane	Fo, Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍO, 2015)
1-Tridecane	Fo	Filipinas Colômbia	(ABDULAZIZ <i>et al.</i> , 2019; QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
2-Tridecanone	Fl, Fo	Costa Rica Colômbia	(CHAVERRI; CICCÍO, 2015; QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
7,3',4'-trihydroxyflavanone	H	Panamá	(JURD; MANNERS, 1977)
2,2,6-Trimethylcyclohexanone	Fo	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍO, 2015)
6,10,14-Trimethyl-2-pentadecanone (=Hexahydrofarnesylacetone)	Fo, Fl	Filipinas Costa Rica	(ABDULAZIZ <i>et al.</i> , 2019; CHAVERRI; CICCÍO, 2015)
Álcool triterpeno	M	Nigéria	(ADEWUYI; ODERINDE; AJAYI, 2009)
2-metil-Undecanal	Fl	Filipinas	(ABDULAZIZ <i>et al.</i> , 2019)
Undecanal	Fl, Fo	Costa Rica Colômbia	(CHAVERRI; CICCÍO, 2015; QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
(E)-2-Undecenal	Fl	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍO, 2015)
p-Vinyl-guaiacol	Fo	Costa Rica	(CHAVERRI; CICCÍO, 2015)

(conclusão)

Composto	Parte da planta	País	Referência
4-Vinylguaiacol	Fo	Colômbia	(QUIJANO-CÉLIS; PIEDRAHITA; PINO, 2015)
Vitamina A	M	Nigéria	(ADEWUYI; ODERINDE, 2013)

Em diversos países, a gliricídia é considerada ornamental e possui outras aplicabilidades, conforme demonstrado na Tabela 2. Inclusive, o óleo oriundo de suas sementes, com coloração alaranjada, possui baixo índice de acidez e índice de saponificação compatível para produção de sabão, possuindo, portanto, aplicabilidade industrial (ADEWUYI; ODERINDE; AJAYI, 2009; ADEWUYI; ODERINDE, 2013).

Tabela 2 – Aplicabilidades não medicinais da gliricídia

Parte da planta	Atividade	País	Referência
Semente (Óleo)	Obtenção de dietanolamida e dietanolamina epoxidada Biodiesel	Nigéria Filipinas	(ADEWUYI <i>et al.</i> , 2012) (KNOTHE; CASTRO; RAZON, 2015)
Caule	Obtenção de Carboximetilcelulose	Nigéria	(ABE <i>et al.</i> , 2019)
Biomassa	Imobilização de níquel (Ni) e manganês (Mn) em solo serpentino	Sri Lanka	(KUMARATHILAKA; VITHANAGE, 2017)
		Indonésia	(PRIMA; HARIYADI; HARTONO, 2018)
	Produção de energia	Sri Lanka	(KUMARATHILAKA; VITHANAGE, 2017)
		Nigéria	(OYELERE; OLUWADARE, 2019)
	Diminuição da liberação de Ni e Mn em solo serpentino	Sri Lanka	(KUMARATHILAKA; VITHANAGE, 2017)
Madeira	Fabricação de papel	Nigéria	(KPIKPI; SACKY, 2012)
Metacarpo	Remoção de íons metálicos de resíduo de água têxtil	Sri Lanka	(GIMHANI; AMARAWEEA; YOUNG, 2019)
Folhas	Biossorção de cromo em solução aquosa	Índia	(SUGANYA <i>et al.</i> , 2019)

Popularmente, é usada como repelente de insetos (AKHARAIYI; BOBOYE; ADETUYI, 2012) e no tratamento de parasitoses em animais (BELTRAN; ROBERTSON; MARTIN, 2019). Também é utilizada no tratamento gastrointestinal, respiratório e de micoses de pele, podendo ser aplicada tanto oral quanto topicamente para tratamento de infecções exantemáticas, úlceras e micose (CÁCERES *et al.*, 1993). Em outros países, foi usada como promotora de cicatrização (CARANDANG; BUEMIO; LOPEZ, 2015), no tratamento de anemia falciforme (ODUOLA; NGASKI; IDRIS, 2018), e como agente antipirético (ROSETO-TORO *et al.*, 2018).

A gliricídia apresenta diversas atividades biológicas relatadas (JASMINE *et al.*, 2017) em diversos países, como detalhado na Tabela 3.

Tabela 3 – Atividades biológicas relatadas para as diversas partes da planta - Fo (folha), C (casca), P (pedúnculo), Fl (flor), Fr (fruto), R (raiz), S (seiva da casca), Pe (pecíolo), M (semente), Pt (planta) - em diferentes países para a espécie gliricídia

(continua)

Atividade biológica	Patógeno/Alvo terapêutico	Parte da planta	País	Referência
Acaricida	<i>Rhipicephalus microplus</i>	Fo	Colômbia	(MOLANO <i>et al.</i> , 2015)
Anti-inflamatória	-	Fl	Índia	(KUMAR <i>et al.</i> , 2014; VIMALA; MERINA, 2015)
Antifúngica	<i>Alternaria alternata</i>	Fo	Índia	(BUCH; ARYA, 2017)
	<i>Aspergillus flavus</i>	C	Guatemala	(CÁCERES <i>et al.</i> , 1993)
	<i>Aspergillus effuses</i>	Fo	Paquistão	(NAZLI <i>et al.</i> , 2011)
	<i>Candida albicans</i>	Fo, P	Filipinas Guatemala Panamá	(ABDULAZIZ <i>et al.</i> , 2019; CÁCERES <i>et al.</i> , 1991b; RAHALISON <i>et al.</i> , 1993)
	<i>Chaetomium globosum</i>	Fo	Índia	(BUCH; ARYA, 2017)
	<i>Cladosporium cucumerinum</i>	P	Panamá	(RAHALISON <i>et al.</i> , 1993)
	<i>Epidermophyton floccosum</i>	C, Fl, Fr, Fo, R	Guatemala	(CÁCERES <i>et al.</i> , 1993)
	<i>Fusarium solani</i>	Fo	Paquistão	(NAZLI <i>et al.</i> , 2011)
	<i>Fusarium oxysporum</i>	Fo	Índia	(BUCH; ARYA, 2017)
	<i>Macrophomonia phaseolina</i>	Fo	Paquistão	(NAZLI <i>et al.</i> , 2011)
	<i>Microsporum canis</i>	Fo, Fl, Fr, C, R	Guatemala	(CÁCERES <i>et al.</i> , 1991a; CÁCERES <i>et al.</i> , 1993)
	<i>Rhizomucor pusillus</i>	Fo	Paquistão	(NAZLI <i>et al.</i> , 2011)
	<i>Rhizoctonia solani</i>	Fo	Paquistão	(NAZLI <i>et al.</i> , 2011)
	<i>Trichophyton mentagrophytes var algodonosa</i>	Fo	Guatemala	(CÁCERES <i>et al.</i> , 1991a)
	<i>Trycophyton rubrum</i>	Fo, Fl, Fr, C, R	Paquistão Guatemala	(CÁCERES <i>et al.</i> , 1991a; CÁCERES <i>et al.</i> , 1993; NAZLI <i>et al.</i> , 2011)
	<i>Trichophyton sclerosis</i>	Fo	Paquistão	(NAZLI <i>et al.</i> , 2011)
Antimicrobiana	<i>Bacillus cereus</i>	Fl, Fo	Índia Paquistão Nigéria Colômbia	(AKHARAIYI; BOBOYE; ADETUYI, 2012; JOSE; REDDY, 2010; NAZLI <i>et al.</i> , 2011; ROJAS <i>et al.</i> , 2006)
	<i>Bacillus pumillus</i>	Fo, C	Paquistão México	(NAZLI <i>et al.</i> , 2011; PEREZ <i>et al.</i> , 2001)
	<i>Bacillus subtilis</i>	Fo, C, Fl	Filipinas Índia Paquistão Nigéria	(ABDULAZIZ <i>et al.</i> , 2019; CHERIAN; THAMBI, 2019; NAZLI <i>et al.</i> , 2011; ABULUDE; ADEBOTE, 2009; SUKUMAR; APARNA, 2014)

(continuação)

Atividade biológica	Patógeno/Alvo terapêutico	Parte da planta	País	Referência
Antimicrobiana	<i>Corynebacterium pyogenes</i>	C	Nigéria	(ABULUDE; ADEBOTE, 2009)
	<i>Escherichia coli</i>	Fo, Fl, C	Colômbia Índia Paquistão Nigéria	(ABULUDE; ADEBOTE, 2009; AKHARAIYI; BOBOYE; ADETUYI, 2012; CHERIAN; THAMBI, 2019; SUKUMAR; APARNA, 2014; JOSE; REDDY, 2010; KUMAR; SIMON, 2016; NAZLI <i>et al.</i> , 2008; NAZLI <i>et al.</i> , 2011; RAUT <i>et al.</i> , 2009; ROJAS <i>et al.</i> , 2006)
	<i>Enterobacter faecalis</i>	Fo, Fl	Índia	(JOSE; REDDY, 2010)
	<i>Klebsiella aerogenes</i>	Fo	Índia	(CHERIAN; THAMBI, 2019)
	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Fo, Fl	Paquistão Nigéria Índia	(AKHARAIYI; BOBOYE; ADETUYI, 2012; JOSE; REDDY, 2010; NAZLI <i>et al.</i> , 2008; NAZLI <i>et al.</i> , 2011; RAUT <i>et al.</i> , 2009)
	<i>Neisseria gonorrhoeae</i> (Antigonorreica)	Fo	Guatemala	(CÁCERES <i>et al.</i> , 1995)
	<i>Proteus mirabilis</i>	Fo	Paquistão Nigéria	(AKHARAIYI; BOBOYE; ADETUYI, 2012; NAZLI <i>et al.</i> , 2011)
	<i>Proteus vulgaris</i>	C, Fo, Fl	México Índia	(JOSE; REDDY, 2010; PEREZ <i>et al.</i> , 2001)
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Fo, C, Fl	Paquistão Índia Nigéria México	(AKHARAIYI; BOBOYE; ADETUYI, 2012; CHERIAN; THAMBI, 2019; JOSE; REDDY, 2010; KUMAR; SIMON, 2016; NAZLI <i>et al.</i> , 2008; PEREZ <i>et al.</i> , 2001; RAUT <i>et al.</i> , 2009)
	<i>Salmonella choleraesius</i>	C	México	(PEREZ <i>et al.</i> , 2001)
	<i>Salmonella paratyphi</i>	Fo, Fl	Índia	(JOSE; REDDY, 2010)
	<i>Salmonella typhi</i>	Fo, C	Paquistão Nigéria	(ABULUDE; ADEBOTE, 2009; AKHARAIYI ; BOBOYE; ADETUYI, 2012; NAZLI <i>et al.</i> , 2008; NAZLI <i>et al.</i> , 2011)
	<i>Serratia marcescens</i> ,	Fo, Fl	Nigéria Índia	(AKHARAIYI; BOBOYE; ADETUYI, 2012; JOSE; REDDY, 2010)
	<i>Shigella flexneri</i>	Fo	Paquistão	(NAZLI <i>et al.</i> , 2011)
	<i>Straphylococcus albus</i>	Fo	Índia	(CHERIAN; THAMBI, 2019)

(continuação)

Atividade biológica	Patógeno/Alvo terapêutico	Parte da planta	País	Referência
Antimicrobiana	<i>Staphylococcus aureus</i>	Fo, Fl, C, R	Colômbia Paquistão Índia Nigéria México	(ABULUDE; ADEBOTE, 2009; AKHARAIYI; BOBOYE; ADETUYI, 2012; CHERIAN; THAMBI, 2019; JOSE; REDDY, 2010; NAZLI <i>et al.</i> , 2008; NAZLI <i>et al.</i> 2011; PEREZ <i>et al.</i> , 2001; RAUT <i>et al.</i> , 2009; ROJAS <i>et al.</i> , 2006)
	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	C	México	(PEREZ <i>et al.</i> , 2001)
	<i>Streptococcus β hemolytic</i>	Fo	Colômbia	(ROJAS <i>et al.</i> , 2006)
	<i>Streptococcus faecalis</i>	Fo, Fl	Índia	(CHERIAN; THAMBI, 2019; JOSE; REDDY, 2010)
	<i>Streptococcus intermedius</i>	Fo	Paquistão	(NAZLI <i>et al.</i> , 2011)
	<i>Vibrio cholerae</i>	C	México	(PEREZ <i>et al.</i> , 2001)
Antioxidante	-	Fo	Nigéria Filipinas	(AKHARAIYI; BOBOYE; ADETUYI, 2012; ANG <i>et al.</i> , 2019)
Antiparasitário	Pulga	Fo	Filipinas	(TORRES, 2018)
	<i>Oesophagustonum dentatum</i>	Fo	Filipinas	(BELTRAN; ROBERTSON; MARTIN, 2019)
Antisarna	Sarcoptes Demodex spp	Fo	Filipinas	(VISTE <i>et al.</i> , 2013)
Antipiolho	-	Fo	Filipinas	(TORRES, 2018)
Cicatrizante	-	S	Filipinas	(CARANDANG; BUEMIO; LOPEZ, 2015)
Citotoxicidade	<i>Artemia salina nauplii</i>	Fo	Filipinas	(ANG <i>et al.</i> , 2019)
	Ausência em células cancerígenas AA8	Pt	Filipinas	(TANTENGCO; JACINTO, 2015)
	Ausência em células cancerígenas A549	Pt, Fo	Filipinas	(TANTENGCO; JACINTO, 2015)
	Ausência em células cancerígenas HCT116	Pt, Fo	Filipinas	(TANTENGCO; JACINTO, 2015)
	Ausência em células cancerígenas MCF-7	Pt, Fo	Filipinas	(TANTENGCO; JACINTO, 2015)
Depressor	Sistema Nervoso Central	Fo, C	Guatemala	(CIFUENTES <i>et al.</i> , 2001)
Descontaminante	De chumbo em tilápia	Fo	Indonésia	(ROBIN <i>et al.</i> , 2017)
Hepatotoxicidade	Ausência pela via oral	Fo	Nigéria	(ODUOLA; NGASKI; IDRIS 2018)
Hipotensora	Atividade motora espontânea	Fo	Guatemala	(CIFUENTES <i>et al.</i> , 2001)
	Tônus muscular	Fo	Guatemala	(CIFUENTES <i>et al.</i> , 2001)
Hipotermia	-	Fo, C	Guatemala	(CIFUENTES <i>et al.</i> , 2001)

(conclusão)

Atividade biológica	Patógeno/Alvo terapêutico	Parte da planta	País	Referência
Inseticida	<i>Acanthscelides obtectus</i>	Fo	Nigéria	(WAHAB; AKINTERINWA, 2015)
	<i>Paracoccus marginatus</i>	Fo	Indonésia	(NUKMAL <i>et al.</i> , 2019)
	<i>Tetranychus cinnabarinus</i> (Boisduval)	Fo	Venezuela	(SIVIRA <i>et al.</i> , 2011)
Larvicida	<i>Aedes Aegypti</i>	Fl, Fo, C, Pe	Índia	(GOYAL; SHINDE; BAYAS, 2019; KRISHNAVENI; NAYAKI; BALASUBRAMANIAN, 2015; SHARMA <i>et al.</i> , 1998)
	<i>Anopheles stephensi</i>	Fo, C, Pe	Índia	(KRISHNAPPA; DHANASEKARAN; ELUMALAI, 2012; SHARMA <i>et al.</i> , 1998)
	<i>Anopheles subpictus</i>	Fo	Índia	(MATHEW <i>et al.</i> , 2015)
	<i>Cooperia punctata</i>	Fo	México	(VON SON-DE FERNEX <i>et al.</i> , 2016)
	<i>Culex quinquefasciatus</i>	Fo, C, Pe	Índia	(SHARMA <i>et al.</i> , 1998)
	<i>Helicoverpa armigera</i>	Fo	Índia	(JOSE; SUJATHA, 2017)
Nematicida	<i>Meloidogyne incógnita</i>	R, Fo	Nigéria Paquistão	(ADEKUNLE; AKINLUA, 2007; NAZLI <i>et al.</i> , 2008)
	<i>Haemonchus contortus</i>	Fo	Camarões	(PONÉ <i>et al.</i> , 2011)
Ovicida	<i>Cooperia punctata</i>	Fo	México	(VON SON-DE FERNEX <i>et al.</i> , 2017; VON SON-DE FERNEX <i>et al.</i> , 2016)
Pupicida	<i>Anopheles stephensi</i>	Fo	Índia	(KRISHNAPPA; DHANASEKARAN; ELUMALAI, 2012)
Repelente	<i>Aedes aegypti</i>	Fo	Paquistão	(NAZLI <i>et al.</i> , 2008)
	-	Fo	Índia	(JOSE; SUJATHA, 2017)
Toxicidade	Ratos > 2000 mg/Kg	Fl	Índia	(KUMAR <i>et al.</i> , 2014)
Tratamento	Doenças dermatomucosas	-	Guatemala	(CÁCERES <i>et al.</i> , 1991a; CÁCERES <i>et al.</i> 1993)
Trombolítica	Enzima fibrinolítica cisteína protease	M	Brasil	(SILVA, A. <i>et al.</i> , 2020)

Embora na literatura exista relato da planta ser tóxica para animais monogástricos (CARVALHO FILHO; DRUMOND; LANGUIDEY, 1997), estudos realizados em ratos não demonstraram efeitos tóxicos à ingestão oral ou danos hepáticos (KUMAR *et al.*, 2014; ODUOLA; NGASKI; IDRIS, 2018). Em regiões como África, Índia e Filipinas seu uso é limitado devido às questões de palatabilidade (ABULUDE; ADEBOTE, 2009).

4 IMPORTÂNCIA DA GLIRICÍDIA EM SAFs

O uso da *G. sepium* em SAFs é interessante por ter porte compacto e não exercer tanta competitividade com as demais culturas consorciadas (BARRETO; FERNANDES, 2001). Além disso, também produz grande quantidade de material vegetal (ADEJUMO, 1992).

Sua biomassa atua como fonte de nitrogênio para o solo (CARVALHO FILHO; DRUMOND; LANGUIDEY, 1997; KABA *et al.*, 2019; SOUSA *et al.*, 2004) melhorando solos ácidos e inférteis; o pH; e os teores de cálcio e magnésio, que, aliados à sua rápida decomposição das folhas, não afeta a absorção dos demais nutrientes (BAH; RAHMAN, 2001; BARRETO; FERNANDES, 2001). Ainda é capaz de aumentar carbono e nitrogênio em solo consorciado (SILVA, D. *et al.*, 2020).

Isso inclusive permite o cultivo de *G. sepium* como uma fonte permanente de adubo verde para diferentes tipos de solo (BARRETO *et al.*, 2013; BARRETO; FERNANDES, 2001). No entanto, esse fator, associado ao fato da gliricídia se adaptar nas diferentes variações climáticas e se desenvolver em solos pouco férteis, poderá afetar a sua produção de matéria seca. (CARVALHO FILHO; DRUMOND; LANGUIDEY, 1997; SOUSA *et al.*, 2004). Isso, em longo prazo, vai permitir as interações benéficas do micro-habitat, gerando redução de insumos externos e permitindo racionalização da terra, espaço e espécies presentes (FOGEL *et al.*, 2011). A planta é tão nutritiva que suas folhas são usadas até no cultivo hidropônico da alface (INDARTO *et al.*, 2020).

E mesmo havendo diversos estudos sobre sua funcionalidade em SAF ou agrícolas, muitas vezes os produtores rurais devem ser estimulados ao seu uso para compreender melhor seus benefícios ao cultivo (SWAMILA *et al.*, 2020). No Brasil, esse aconselhamento é realizado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) (RANGEL *et al.*, 2011).

Além dos benefícios ao solo, o cuidado no seu manejo ainda pode ser aproveitado para fins nutricionais dos animais (AGBANA; BOAMPONG, 2020), pois, embora seu teor de proteína diminui com o aumento do período de seca, ela consegue se manter vegetativa durante todo o período (ADEJUMO, 1992).

Apesar de a *G. sepium* ser cultivada em diversas partes do mundo, a maior parte dos estudos quanto a outros usos, que não agrícolas, foram realizados na Ásia Oriental e América Central (BUCH; ARYA, 2017; KRISHNAVENI; NAYAKI; BALASUBRAMANIAN, 2015; NAZLI *et al.*, 2011; TANTENGCO; JACINTO, 2015). Entretanto, no Brasil, embora difundida no meio agrícola devido à sua alta produtividade e qualidade (ABULUDE; ADEBOTE, 2009), e apesar da presente demanda de informações sobre técnicas de cultivo, a falta de cultivares registrados com sementes de qualidade torna-se um entrave, tanto que a Embrapa criou um programa para facilitar o registro e comercialização de sementes desse cultivar para performance agroeconômica (RANGEL *et al.*, 2019). Além disso, um estudo sobre a aplicabilidade dos resíduos de poda para matéria-prima de produtos cosméticos irá contribuir ainda mais para a validação dessa espécie no sistema agroecológico. A literatura descreve a associação de substâncias químicas oriundas de plantas a produtos cosméticos, dentre os exemplos as saponinas utilizadas em *shampoo* e compostos fenólicos em cremes antienvelhecimento (AGHEL; MOGHIMIPOUR; RAIES, 2007; YAN *et al.*, 2009).

5 GLIRICÍDIA NO SAF DE PACOTUBA-ES

Os espécimes de gliricídia presentes no SAF do distrito de Pacotuba-ES tiveram sua composição analisada (dados ainda não publicados) e comparada com os dados descritos na Tabela 1. Foi observada a presença de compostos metabólitos secundários distintos, com pouca similaridade aos descritos para os espécimes de outros países. A diferença de solo, a inserção no SAF, o meio ambiente e as condições gerais edafoclimáticas são a provável explicação para o fato observado.

Embora as amostras de gliricídia oriundas do SAF de Pacotuba-ES tenham apresentado elevados teores de taninos, não foi observada atividade antioxidante ou antimicrobiana dos extratos produzidos. Por outro lado, as amostras analisadas não apresentaram citotoxicidade para a linhagem celular de fibroblastos (dados ainda não publicados), indicando que poderia ser utilizada em produtos para pele.

Estudos demonstram que o cultivo de gliricídia fornece um efeito positivo à espécie consorciada, como cacau (WARTENBERG *et al.*, 2019). O co-cultivo de gliricídia em consórcio do café conilon e outras espécies arbóreas promoveu melhora dos teores de carbono e nitrogênio no solo do SAF de Pacotuba-ES (SILVA, D. *et al.*, 2020). A gliricídia também demonstrou ter alta taxa de decomposição, liberando os nutrientes de maneira mais rápida que as outras espécies testadas nesse SAF (ARAÚJO *et al.*, 2021).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido à quantidade de material vegetal oriundo das podas periódicas da gliricídia, sua composição química e as atividades descritas nas Tabelas 1 e 2, essa planta é indicada para inclusão em SAFs. Como pode também ser observado no SAF de Pacotuba-ES, onde a espécie apresentou grande quantidade de material vegetal, além de bom desenvolvimento quando consorciada com outras espécies, visto os dados apresentados nos outros capítulos.

REFERÊNCIAS

ABDULAZIZ, A. *et al.* Qualitative Evaluation of the Antimicrobial, Antioxidant, and Medicinally Important Phytochemical Constituents of the Ethanolic Extracts of the Leaves of *Gliricidia Sepium* (Jacq.) Walp. **Pharmacophore**, v. 10, n. 4, p. 72–83, 2019.

ABE, T. O. *et al.* Synthesis and Application of Carboxymethyl Cellulose from *Gliricidia Sepium* and *Cola Gigantea*. **BioResources**, v. 13, n. 3, p. 6077–6097, 2019.

ABULUDE, F. O.; ADEBOTE, V. T. Antibacterial Investigation of Crude Extracts of the Root Bark of *Gliricidia Sepium*. **Continental Journal Microbiology**, v. 3, p. 23–26, 2009.

ABULUDE, F. O. Phytochemical Screening and Mineral Contents of Leaves of Some Nigerian Woody Plants. **Research Journal of Phytochemistry**, v. 1, n. 1, p. 33–39, 2007.

- ADEJUMO, J. O. Effect of Plant Age and Harvest Date in the Dry Season on Yield and Quality of Gliricidia. PDF. **Tropical Grasslands**, v. 26, p. 21–24, 1992.
- ADEKUNLE, O. K.; AKINLUA, A. Nematicidal Effects of *Leucaena Leucocephala* and *Gliricidia Sepium* Extracts on *Meloidogyne Incognita* Infecting Okra. **Journal of Agricultural Sciences**, Belgrade, v. 52, n. 1, p. 53–63, 2007.
- ADEWUYI, A.; ODERINDE, R. A.; AJAYI, I. A. The Metal Composition, Proximate Properties and the Effect of Refining on the Physico-Chemical Characterization of *Baphia Nitida* and *Gliricidia Sepium* Seed and Seed Oil. **Journal of Food Technology**, v. 7, n. 2, p. 43–49, 2009.
- ADEWUYI, A. *et al.* Synthesis of Alkanolamide: A Nonionic Surfactant from the Oil of *Gliricidia Sepium*. **Journal of Surfactants and Detergents**, v. 15, n. 1, p. 89–96, 2012.
- ADEWUYI, A.; ODERINDE, R. A.. Lipids Classes, Fatty Acids, Fat Soluble Vitamins, and Molecular Species of the Triacylglycerol of *Baphia Nitida* and *Gliricidia Sepium* Seed Oils. **International Journal of Food Properties**, v. 16, n. 3, p. 634–642, jan. 2013.
- AGBANA, C. T.; BOAMPONG, E. W. Aboveground Biomass Production and Nitrogen Content of *Gliricidia Sepium* under Different Pruning Regime- A Case Study at the Department of Agroforestry Farm (Kwame Nkrumah University of Science and Technology-KNUST). **International Journal of Innovative Science and Research Technology**, v. 5, n. 9, p. 149–153, 2020.
- AGHEL, N.; MOGHIMPOUR, E.; RAIES, A.. Formulation of a Herbal Shampoo Using Total Saponins of *Acanthophyllum Squarrosum*. **Iranian Journal of Pharmaceutical Research**, v. 6, n. 3, p. 167–172, 2007.
- AGUSTINA, N.; PRAMUDI, I. M.; AIDAWATI, N. Pengaruh Larutan Daun Gamal (*Gliricidia Sepium*) Terhadap Mortalitas Kutu Daun A Phis Gossypii) Pada Cabai (*Capsicum Annum* L). **Jurnal Proteksi Tanaman Tropika**, v. 2, n. 01, p. 86–91, 2019.
- AKHARAIYI, F. C.; BOBOYE, B.; ADETUYI, F. C. Antibacterial, Phytochemical and Antioxidant Activities of the Leaf Extracts of *Gliricidia Sepium* and *Spathodea Campanulata*. **World Applied Sciences Journal**, v. 16, n. 4, p. 523–530, 2012.
- ANG, A. M. G. *et al.* Antioxidant and Cytotoxic Activity of the Leaf Ethanolic Extracts of *Tithonia Diversifolia* and *Gliricidia Sepium* from Bukidnon, Philippines. **Asian Journal of Biological and Life Sciences**, v. 8, n. 1, p. 08–15, 2019.
- ARAÚJO, J. B. S. *et al.* Decomposition and Nutrients Released from Forest and Perennial Crops Associated with Organic Coffee. **Coffee Science**, v. 16, n. 2013, p. 1–11, 2021.
- ASCENCIO-ROJAS, L. *et al.* In Situ Ruminant Degradation and Effective Degradation of Foliage from Six Tree Species during Dry and Rainy Seasons in Veracruz, Mexico. **Agroforestry Systems**, v. 93, n. 1, p. 123–133, 2019.
- AYE, P.; ADEGUN, M. Chemical Composition and Some Functional Properties of *Moringa*, *Leucaena* and *Gliricidia* Leaf Meals. **Agriculture and Biology Journal of North America**, v. 4, n. 1, p. 71–77, 2013.
- BAH, A. R.; RAHMAN, Z. A. *Gliricidia* (*Gliricidia Sepium*) Green Manures as a Potential Source of N for Maize Production in the Tropics. **TheScientificWorldJournal**, v. 1, p. 90–95, 2001. Supl. 2.
- BARRETO, A. C. *et al.* Cultivo de *Gliricidia Sepium* Em Entrelinhas Alternadas Do Pomar Cítrico Como Fonte Permanente de Adubação Verde Em Solos Dos Tabuleiros Costeiros. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, v. 77. [s.l]: [s.n.], 2013.
- BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F.. Cultivo de *Gliricidia Sepium* e *Leucaena Leucocephala* Em Alamedas Visando a Melhoria Dos Solos Dos Tabuleiros Costeiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 10, p. 1287–1293, 2001.

BAYÃO, G. F. V. *et al.* Desidratação e Composição Química Do Feno de Leucena (*Leucena Leucocephala*) e Gliricidia (*Gliricidia Sepium*). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, n. 3, p. 365–373, sep. 2016.

BELTRAN, M. A. G.; ROBERTSON, A.; MARTIN, R. J. The Effects of Plant Leaves Variants from The Philippines on Infective Oesophagostomum Dentatum Larvae. **Veterinary Biomedical & Clinical Journal**, v. 1, n. 1, p. 9–18, 2019.

BUCH, H.; ARYA, A. Antifungal Activity of Selected Plant Extracts against Three Pathogenic Fungi of Gossypium Herbaceum. **Current Research in Environmental and Applied Mycology**, v. 7, n. 2, p. 103–108, 2017.

CÁCERES, A. *et al.* Antigonorrhoeal Activity of Plants Used in Guatemala for the Treatment of Sexually Transmitted Diseases. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 48, n. 2, p. 85–88, 1995.

CÁCERES, A. *et al.* Plants Used in Guatemala for the Treatment of Dermatophytic Infections. 1. Screening for Antimycotic Activity of 44 Plant Extracts. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 31, n. 3, p. 263–276, 1991a.

CÁCERES, A. *et al.* Plants Used in Guatemala for the Treatment of Dermatophytic Infections. 2. Evaluation of Antifungal Activity of Seven American Plants. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 40, n. 3, p. 207–213, 1993.

CÁCERES, A. *et al.* Plants Used in Guatemala for the Treatment of Dermatomucosal Infections. 1. Screening of 38 Plants Extracts for Anticandidal Activity. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 33, p. 277–283, 1991b.

CALLE, J.; RIVERA, A.; JOSEPH-NATHAN, P. Pinitol from the Leaves of Gliricidia Sepium. **Letters**, v. 53, n. 3, p. 303–303, 1987.

CARANDANG, R. R.; BUEMIO, K. C.; LOPEZ, A. The Wound Healing Action of Kakawati Gel from Gliricidia Sepium (*Jacques*) Steudel (Family Fabaceae). **International Journal of Pharmacy Teaching & Practices**, v. 6, n. 4, p. 2642–2649, 2015.

CAREW, B. A. R. Gliricidia Sepium as a Sole Feed for Small Ruminants. **Tropical Grasslands**, v. 17, n. 4, p. 181–184, 1983.

CARVALHO FILHO, O. M. de.; DRUMOND, M. A.; LANGUIDEY, P. H.. CTE35 - Gliricidia Sepium: Leguminosa Promissora Para Regiões Semi-Aridas. **Circular Técnica 35**. [s.l.: s.n.], 1997.

CASTREJÓN-PINEDA, F. A. *et al.* Partial Substitution of Soybean Meal by Gliricidia Sepium or Guazuma Ulmifolia Leaves in the Rations of Growing Lambs. **Tropical Animal Health and Production**, v. 48, n. 1, p. 133–137, 2016.

CHAVERRI, C.; CICCÍO, J. F. Leaf and Fruit Essential Oil Compositions of Gliricidia Sepium (Fabaceae) from Costa Rica. **American Journal of Essential Oils and Natural Products**, v. 2, n. 3, p. 18–23, 2015.

CHERIAN, T.; THAMBI, M.. Phytochemical Investigation of the Leaves of Gliricidia Sepium and Its Antimicrobial Properties. **The Pharma Innovation**, v. 8, n. 2, p. 594–596, 2019.

CIFUENTES, C. M. *et al.* Neuropharmacological Profile of Ethnomedicinal Plants of Guatemala. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 76, n. 3, p. 223–228, 2001.

CRUZ, M. G. M.; CUI-LIM, K. M. R. Phytochemical Screening of the Ethanol Extract of Gliricidia Sepium (Jacq.) Steud (Kakawate). **Asian Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 2, n. 1, p. 150–153, 2016.

DRUMOND, M. A.; CARVALHO FILHO, O. M. de. Introdução e Avaliação Da Gliricidia Sepium Na Região Semi-Árida Do Nordeste Brasileiro. **Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas Para o Nordeste Brasileiro**, p. 973–980, 1999.

EDOH, J. H. *et al.* The Possible Role of DL-Methionine in the Detoxification of Gliricidia Leaf Anti-Nutrients in Rabbit Nutrition. **World Journal of Research and Review**, v. 9, n. 3, p. 6–11, 2019.

EZEAGU, I. E. *et al.* Fat Content and Fatty Acid Composition of Oils Extracted from Selected Wild-Gathered Tropical Plant Seeds from Nigeria. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 75, n. 8, p. 1031–1035, 1998.

FOGEL, J. F. *et al.* Propagação de Gliricidia Sepium Em Sistema Ecológico de Passiflora Edulis Sims f. Flavicarpa Deg. **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, p. 1–4, 2011.

GIMHANI, B. S. G.; AMARAWEEERA, T. H. N. G.; YOUNG, S. M. Removal of Selected Metals in Textile Wastewater Using Plant Parts of Pinus Caribaea, Manihot Esculenta and Gliricidia Sepium. **International Research Conference of UWU**, p. 73, 2019.

GOYAL, M.; SHINDE, L.; BAYAS, R. Study of Chemical Composition and Larvicidal Efficacy of Secondary Metabolites from Aromatic Phytoextracts against Dengue Vector: Aedes Aegypti (Linn) (Diptera: Culicidae). **International Journal of Mosquito Research**, v. 6, n. 1, p. 26–33, 2019.

GRIFFITHS, L. A. On the Co-Occurrence of Coumarin Acid, and Melilotic Acid in Gliricia Sepium and Diptery Odorata. **Journal of Experimental Botany**, v. 13, n. 38, p. 169–175, 1962.

HERATH, H. M. T. B. *et al.* Isoflavonoids and a Pterocarpan from Gliricidia Sepium. **Phytochemistry**, v. 47, n. 1, p. 117–119, 1998.

HERATH, H. M. T. B.; DESILVA, S.. New Constituents from Gliricidia Sepium. **Fitoterapia**, v. 71, n. 6, p. 722–724, 2000.

INDARTO *et al.* Gamal Leaves (Gliricidia Sepium) as Hydroponic Nutrition for Lettuce (Lactucasativa L.). **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1467, n. 1, p. 0–8, 2020.

JARAMILLO HERNÁNDEZ, D. *et al.* Evaluación Del Efecto Acaricida de Momordica Charantia, Megaskepasma Erythrochlamys y Gliricidia Sepium Sobre Rhipicephalus Microplus. **Revista MVZ Córdoba**, v. 25, n. 1, p. 1951, 2020.

JASMINE, T. *et al.* Medicinal Properties of Gliricidia Sepium: A Review. **International Journal of Current Pharmaceutical & Clinical Research**, v. 7, n. 1, p. 35–39, 2017.

JOSE, B.; REDDY, L. J.. Evaluation of Antibacterial Activity of the Leaf and Flower Essential Oils of Gliricidia Sepium from South India. **International Journal of Applied Pharmaceutics**, v. 2, n. 2, p. 20–22, 2010.

JOSE, S.; SUJATHA, K. Antifeedant Activity of Different Solvent Extracts of Gliricidia Sepium against Third Instar Larvae of Helicoverpa Armigera (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae). **International Journal of Advanced Research in Biological Sciences**, v. 4, n. 4, p. 201–204, 2017.

JUMA, H. K. *et al.* Evaluation of Clitoria, Gliricidia and Mucuna as Nitrogen Supplements to Napier Grass Basal Diet in Relation to the Performance of Lactating Jersey Cows. **Livestock Science**, v. 103, n. 1–2, p. 23–29, 2006.

JURD, L. A Phenolic Isoflav-3-Ene from Gliricidia Sepium. **Tetrahedron Letters**, v. 21, p. 1741–1744, 1976.

JURD, L.; MANNERS, G. D. Isoflavene, Isoflavan, and Flavonoid Constituents of Gliricidia Sepium. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 25, n. 4, p. 723–726, 1977.

KABA, J. S. *et al.* Atmospheric Nitrogen Fixation by Gliricidia Trees (Gliricidia Sepium (Jacq.) Kunth Ex Walp.) Intercropped with Cocoa (Theobroma Cacao L.). **Plant and Soil**, v. 435, n. 1–2, p. 323–336, 2019.

KANIAMPADY, M. M. *et al.* Essential Oil Composition of Gliricidia Sepium (Leguminosae) Leaves and Flowers. **Indian Journal of Chemistry - Section B Organic and Medicinal Chemistry**, v. 46, n. 8, p. 1359–1360, 2007.

KARIM, A. B.; SAVILL, P. S.; RHODES, E. R. The Effects of Between-Row (Alley Widths) and within-Row Spacings of *Gliricidia Sepium* on Alley-Cropped Maize in Sierra Leone - Growth and Yield of Maize. **Agroforestry Systems**, v. 24, n. 1, p. 81–93, 1993.

KIILL, L. H. P.; DRUMOND, M. A.. Biologia Floral e Sistema Reprodutivo de *Gliricidia Sepium* (Jacq.) Steud. (Fabaceae- Papilionoidae) na Região de Petrolina, Pernambuco. **Ciência Rural**, v. 31, n. 4, p. 597–601, 2001.

KNOTHE, G.; CASTRO, M. E. G. de; RAZON, L. F. Methyl Esters (Biodiesel) from and Fatty Acid Profile of *Gliricidia Sepium* Seed Oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 92, n. 5, p. 769–775, 2015.

KOJIMA, K.; ZHU, X. B.; OGIHARA, Y.. Saponins from *Gliricidia Sepium*. **Phytochemistry**, v. 48, n. 5, p. 885–888, 1998.

KPIKPI, W. M.; SACKKEY, I. *Gliricidia Sepium* (Jacq.) Walp.: Hardwood with Potential for Pulp and Paper-Making. **Canadian Journal of Pure & Applied Sciences**, v. 6, n. 2, p. 1961–1966, 2012.

KRISHNAPPA, K.; DHANASEKARAN, S.; ELUMALAI, K.. Larvicidal, Ovicidal and Pupicidal Activities of *Gliricidia Sepium* (Jacq.) (Leguminosae) against the Malarial Vector, *Anopheles Stephensi* Liston (Culicidae: Diptera). **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, v. 5, n. 8, p. 598–604, 2012.

KRISHNAVENI, K. V.; NAYAKI, R. T.; BALASUBRAMANIAN, M. EFFECT OF *Gliricidia Sepium* LEAVES EXTRACTS ON *Aedes Aegypti*: LARVICIDAL ACTIVITY. **Journal of Phytology**, v. 7, p. 26, 5 dec. 2015.

KUMAR, K. P. *et al.* Evaluation of In Vitro and In Vivo Anti-Inflammatory Activity of Aqueous Extract of *Gliricidia Sepium* Flowers in Rats. **International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research**, v. 6, n. 3, p. 477–481, 2014.

KUMAR, N. S; SIMON, N.. In Vitro Antibacterial Activity and Phytochemical Analysis of *Gliricidia Sepium* (L.) Leaf Extracts. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 5, n. 2, p. 8234, 2016.

KUMARATHILAKA, P.; VITHANAGE, M.. Influence of *Gliricidia Sepium* Biochar on Attenuate Perchlorate-Induced Heavy Metal Release in Serpentine Soil. **Journal of Chemistry**, v. 2017, 2017.

MANNERS, G. D.; JURD, L.. Additional Flavanoids in *Gliricidia Sepium*. **Phytochemistry**, v. 18, n. 6, p. 1037–1042, 1979.

MATHEW, J. J. *et al.* Larvicidal Activity of *Gliricidia Sepium* Leaf Extracts on Mosquito Larvae and Its Lethal Effect on Nontargeted Organisms. **CIBTech Journal of Biotechnology**, v. 4, n. 2, p. 13–19, 2015.

MOLANO, C. E. R.; SUÁREZ, N. J. P.; MONTAÑA, A. R.. Eficacia de Extractos Vegetales Sobre La Garrapata Adulta *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *Microplus* y Su Oviposición. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 20, n. 4, p. 1–15, 2015.

MOLINA-BOTERO, I. C. *et al.* Effects of Tannins and Saponins Contained in Foliage of *Gliricidia Sepium* and Pods of *Enterolobium Cyclocarpum* on Fermentation, Methane Emissions and Rumen Microbial Population in Crossbred Heifers. **Animal Feed Science and Technology**, v. 251, p. 1–11, maio 2019.

NAZLI, R. *et al.* Antimicrobial Property of *Gliricidia Sepium* Plant Extract. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, v. 24, n. 1, p. 51–56, 2011.

NAZLI, R. *et al.* Insecticidal, Nematicidal and Antibacterial Activities of *Gliricidia Sepium*. **Pakistan Journal of Botany**, v. 40, n. 6, p. 2625–2629, 2008.

NUKMAL, N. *et al.* Insecticidal Effect of Leaf Extract of Gamal (*Gliricidia Sepium*) from Different Cultivars on Papaya Mealybugs (*Paracoccus Marginatus*, Hemiptera: Pseudococcidae). **IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science**, v. 12, n. 1, p. 4–8, 2019.

ODUOLA, T.; NGASKI, A. A.; IDRIS, S. A.. Use of Gliricidia Sepium Leaf Extract in the Management of Sick Cell Disease: Evaluation of Possible Adverse Effect on Liver Functions in Wistar Rats.. **World Applied Sciences Journal**, [s.n.], ago. 2018.

OYELERE, A. T.; OLUWADARE, A. O. Studies on Physical, Thermal and Chemical Properties of Wood Gliricidia Sepium for Potential Bioenergy Production. **International Journal of Biomass and Renewables**, v. 8, n. 2, p. 28–38, 2019.

PAULA, P. D. de. *et al.* Decomposition of Legume Tree Gliricidia Sepium and Acacia Angustissima in Agroforestry Systems. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 3, p. 791–800, 2015.

PEREZ, G. C. R. M. S. *et al.* Antimicrobial Study of Bark from Five Tree Species. **Phytotherapy Research**, v. 15, n. 4, p. 356–359, 2001.

PONÉ, J. W. *et al.* In Vitro Activities of Acetonic Extracts from Leaves of Three Forage Legumes (Calliandra Calothyrsus, Gliricidia Sepium and Leucaena Diversifolia) on Haemonchus Contortus. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, v. 4, n. 2, p. 125–128, 2011.

PRIMA, F. H.; HARIYADI; HARTONO, A. Biomass and Carbon Stock Potential of Gliricidia Sepium as an Alternative Energy at Timor Tengah Utara Regency, East Nusa Tenggara Province, Indonesia. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 141, n. 1, 2018.

QUEIROZ, R. T. Gliricidia. *In: Flora e Funga do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB120375>. Acesso em: 11 ago. 2022.

QUIJANO-CÉLIS, C.; PIEDRAHITA, D.; PINO, J. A. Essential Oil of Gliricidia Sepium (Jacq.) Kunth Ex Steud. Leaves from Colombia. **Journal of Essential Oil-Bearing Plants**, v. 18, n. 2, p. 515–518, 2015.

QUINTERO, V. Evaluación de Leguminosas Arbustivas En La Alimentación de Conejos. **Livestock Research for Rural Development**, v. 5, n. 3, p. 1–6, 1993.

RAHALISON, L. *et al.* Screening for Antifungal Activity of Panamanian Plants. **Pharmaceutical Biology**, v. 31, n. 1, p. 68–76, 1993.

RAMAMOORTHY, M.; PALIWAL, K.. Allelopathic Compounds in Leaves of Gliricidia Sepium (Jacq.) Kunth Ex Walp and Its Effect on Sorghum Vulgare L. **Journal of Chemical Ecology**, v. 19, n. 8, p. 1691–1701, 1993.

RANGEL, J. H. de A. *et al.* Gliricidia Sepium: A Promising Legume Tree for the Brazilian Semiarid Zone. **Legume Perspectives**, v. 17, p. 36–38, 2019.

RANGEL, J. H. de A. *et al.* **Implantação e Manejo de Legumineira Com Gliricídia (Gliricidia Sepium)**. [s.l.]: [s.n.], 2011.

RASTRELLI, L.; *et al.* New 12a-Hydroxyrotenoids from Gliricidia Sepium Bark. **Journal of Natural Products**, v. 62, n. 1, p. 188–190, 1999a.

RASTRELLI, L.; *et al.* Studies on the Constituents of Gliricidia Sepium (Leguminosae) Leaves and Roots: Isolation and Structure Elucidation of New Triterpenoid Saponins and Aromatic Compounds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 47, p. 1537–1540, 1999b.

RAUT, R. W. *et al.* Phytosynthesis of Silver Nanoparticle Using Gliricidia Sepium (Jacq.). **Current Nanoscience**, v. 5, n. 1, p. 117–122, 2009.

ROBIN *et al.* Bio-Elimination of Lead (Pb) from the Organs of Red Tilapia (Oreochromis Sp.) Using Gliricidia Sepium Compost as a Feed Additive. **AACL Bioflux**, v. 10, n. 1, p. 38–47, 2017.

- ROJAS, J. J. *et al.* Screening for Antimicrobial Activity of Ten Medicinal Plants Used in Colombian Folkloric Medicine: A Possible Alternative in the Treatment of Non-Nosocomial Infections. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 6, p. 1–6, 2006.
- ROSETO-TORO, J. H. *et al.* Cultural Significance of the Flora of a Tropical Dry Forest in the Doche Vereda (Villavieja, Huila, Colombia). **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 14, n. 1, p. 1–16, 2018.
- SHARMA, N. *et al.* Larvicidal activity of gliricidia sepium against mosquito: larvae of anopheles stephensi, Aedes Aegypti and culex quinquefasciatus. **Pharmaceutical Biology**, v. 36, n. 1, p. 3–7, 1998.
- SILVA, S. F. *et al.* Agronomic Characteristics and Chemical Composition of Gliricidia Sepium Grown under Different Residual Heights in Different Seasons. **Ciencia e Investigación Agraria**, v. 44, n. 1, p. 35–42, 2017.
- SILVA, A. V. da. *et al.* Partial Purification of Fibrinolytic and Fibrinogenolytic Protease from Gliricidia Sepium Seeds by Aqueous Two-Phase System. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 27, p. 101669, 2020.
- SILVA, D. M. N. da. *et al.* Carbon Balance in Organic Conilon Coffee Intercropped with Tree Species and Banana. **Revista Arvore**, v. 44, p. 1–12, 2020.
- SIVIRA, A. *et al.* Toxicity of Ethanolic Extracts from Lippia Origanoides and Gliricidia Sepium to Tetranychus Cinnabarinus (Boisduval) (Acari: Tetranychidae). **Neotropical Entomology**, v. 40, n. 3, p. 375–379, 2011.
- SOUSA, S. G. A. de. *et al.* **Ingá (Inga Edulis) e Gliricídia (Gliricidia Sepium) Como Fonte de Adubo Verde Em Sistemas Agroflorestais Na Amazônia Ocidental**. 2004.
- STEWART, J. L.; ALLISON, G. E.; SIMONS, A. J. Gliricidia Sepium Genetic Resources for Farmers. *In: Trop. For. Pap.*, [s.l.]: Oxford Forestry Institute, 1996. p. 141.
- SUGANYA, E. *et al.* Biosorption Potential of Gliricidia Sepium Leaf Powder to Sequester Hexavalent Chromium from Synthetic Aqueous Solution. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 7, n. 3, p. 103112, 2019.
- SUKUMAR, D.; APARNA, C. Phytochemical Studies And Antibacterial Investigations on Gliricidia Sepium. **Paripex - Indian Journal Of Research**, v. 3, n. 1, p. 12–13, 2014.
- SWAMILA, M. *et al.* Gliricidia Agroforestry Technology Adoption Potential in Selected Dryland Areas of Dodoma Region, Tanzania. **Agriculture**, Suíça, v. 10, n. 7, p. 1–17, 2020.
- TAKEMURA, T. *et al.* Discovery of Coumarin as the Predominant Allelochemical in Gliricidia Sepium. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 25, n. 2, p. 268–272, 2013.
- TANTENGCO, O. A. G.; JACINTO, S. D. Cytotoxic Activity of Crude Extracts and Fractions from Premna Odorata (Blanco), Artocarpus Camansi (Blanco) and Gliricidia Sepium (Jacq.) against Selected Human Cancer Cell Lines. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v. 5, n. 12, p. 1037–1041, 2015.
- TORRES, L. M. Madre de Cacao (Gliricidia Sepium) and Sinta (Andrographis Paniculata) Leaves Extract as Botanical Animal Lice and Ticks Remover. **Journal of Fundamental and Applied Sciences**, v. 10, n. 3S, p. 650–664, 2018.
- VIMALA, K.; MERINA, A. J. Anti – Inflammatory Activity of Gliricidia Sepium. **Indian Journal of Applied Research**, v. 5, n. 12, p. 109, 2015.
- VISTE, G. B. *et al.* Efficacy Test and Acceptability of Kakawate (Gliricidia Sepium) Leaf Extract Soap Against Mange in Dogs. **E – International Scientific Research Journal International Scientific Research Journal**, n. 2, p. 2094–1749, 2013.

- VON SON-DE FERNEX, E. *et al.* Anthelmintic Effect of 2H-Chromen-2-One Isolated from Gliricidia Sepium against Cooperia Punctata. **Experimental Parasitology**, v. 178, p. 1–6, 2017.
- _____. Effect of Gliricidia Sepium Leaves Intake on Larval Establishment of Cooperia Punctata in Calves and Bio-Guided Fractionation of Bioactive Molecules. **Veterinary Parasitology**, v. 252, n. November 2017, p. 137–141, Mar. 2018.
- VON SON-DE FERNEX, E. *et al.* Ovicidal Activity of Four Bioactive Plant Extracts against the Cattle Nematode, Cooperia Spp. Multi-Resistant Strain. **Veterinaria**, México OA, v. 3, n. 2, 2016.
- WAHAB, O. M.; AKINTERINWA, O. Phytochemical Evaluation of the Insecticidal Potential of Some Ethnobotanicals against Bean Weevil (Acanthscelides Obtectus). **African Journal of Basic & Applied Sciences**, v. 7, n. 6, p. 298–302, 2015.
- WARTENBERG, A. C. *et al.* Soil Fertility and Theobroma Cacao Growth and Productivity under Commonly Intercropped Shade-Tree Species in Sulawesi, Indonesia. **Plant and Soil**, v. 453, n. 1-2, 2019.
- YAN, S. *et al.* Metabonomic Characterization of Aging and Investigation on the Anti-Aging Effects of Total Flavones of Epimedium. **Molecular BioSystems**, v. 5, n. 10, p. 1204, 2009.
- YUSIATI, L. M. *et al.* Protein Binding Capacity of Different Forages Tannin. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 119, n. 1, p. 0–5, 2018.

CAPÍTULO 9

CONSÓRCIOS AGROFLORESTAIS COM CAFEEIRO: LIÇÕES APRENDIDAS E PERSPECTIVAS

Maria da Penha Padovan¹

Halloysio Mechelli de Siqueira²

João Batista Silva Araujo³

Eduardo Ferreira Sales⁴

1 INTRODUÇÃO

O objetivo deste livro foi apresentar os resultados das pesquisas realizadas em sistemas de produção agroecológicos incluindo café conilon em consórcio com gliricídia, banana, pupunha ou ingá. Os capítulos que constituem este livro disponibilizam informações relevantes a partir dos resultados das pesquisas desenvolvidas em uma mesma área de estudo, situada na Fazenda Experimental Bananal do Norte, do Incaper, no Município de Cachoeiro de Itapemirim, Estado do Espírito Santo. As pesquisas foram desenvolvidas em rede, com a participação de diferentes instituições de pesquisa, e contaram com equipes multidisciplinares na abordagem dos diversos aspectos estudados.

Inicialmente, apresentamos os conceitos e aspectos históricos sobre o café cultivado em sistemas agroflorestais (SAFs) no âmbito mundial, no Brasil e no Estado do Espírito Santo (Capítulo 1). Depois, foram levantados e comparados aspectos relacionados com a ciclagem de matéria orgânica (Capítulo 2) e com a dinâmica da água nos sistemas avaliados (Capítulo 3). Além disso, foram analisados os efeitos das árvores de sombra na qualidade dos grãos de café conilon e na qualidade da bebida (Capítulo 4), bem como foram mensurados e comparados os aspectos econômicos entre os sistemas sombreados e em pleno sol relacionados com a produtividade do cafeeiro, com a rentabilidade de cada sistema e com a eficiência no uso da terra (Capítulo 5). Também foi realizada uma abordagem participativa considerando a percepção dos agricultores quanto à sustentabilidade dos consórcios instalados na área de estudo (Capítulo 6). A comercialização dos produtos das culturas consorciadas foi tratada em relação às feiras agroecológicas (Capítulo 7) e, finalmente, apresentamos a revisão da composição química da gliricídia, suas atividades biológicas e a aplicabilidade em SAFs (Capítulo 8).

¹ D.Sc. Agrofloresta, Agente de Desenvolvimento e Extensão Rural do Incaper, mppadovan@hotmail.com.br

² D.Sc. Produção Vegetal, Professor da Ufes, *campus* de Alegre

³ D.Sc. Fitotecnia - Agroecologia, Pesquisador do Incaper

⁴ D.Sc. Agroecologia, Pesquisador do Incaper

Este capítulo resume os principais resultados obtidos e as lições aprendidas nas pesquisas realizadas na área do experimento, e sugere que novos estudos são necessários, com ênfase em abordagens transversais, na perspectiva de continuidade e ampliação do conhecimento sobre café conilon sombreado no Estado do Espírito Santo. Embora exista uma vasta produção científica a respeito da cultura do café sombreado, a pesquisa com o cafeeiro conilon ainda é incipiente, especialmente no Espírito Santo. As espécies introduzidas para sombreamento na Unidade de Pesquisa Agroflorestal de Pacotuba-ES têm sido amplamente utilizadas em consórcios com cafeeiro. No entanto, os efeitos dessas espécies no desempenho dos cultivos têm sido pouco explorados, o que reforça a relevância desse experimento.

2 PRINCIPAIS LIÇÕES APRENDIDAS A PARTIR DOS CONSÓRCIOS ANALISADOS

Historicamente, a ocupação do território da Mata Atlântica foi feita por meio da derrubada e queima da vegetação original, seguidas da implantação de monocultivos e pastagens. Essa forma de ocupação tem causado inúmeras crises econômicas, sociais e ambientais, inclusive com a destruição da Mata Atlântica. Porém, há séculos existem aprendizados que nos mostram caminhos mais factíveis em busca de um desenvolvimento rural mais sustentável. A adoção de práticas de convivência e aproveitamento dos recursos locais pode contribuir para superação de tais crises, de forma sustentável. As inúmeras experiências exitosas apresentadas em SAFs, em todas as regiões da Terra, indicam que existem boas possibilidades e estratégias de diversificação, de modo a enriquecer o meio ambiente e trazer espécies de importância socioeconômica.

O fato da região cafeeira estar culturalmente arraigada na antiga prática de que os plantios de café devem estar a pleno sol indica como essas características são difíceis de modificar. Atualmente, alguns SAFs estão ganhando adesão dos agricultores. O aumento do plantio de mamoeiros, bananeiras e abacateiros associados aos cafeeiros tem sido verificado no Estado do Espírito Santo (SALES; BALDI, 2020). Essa realidade mostra que os agricultores estão acreditando e comprovando a viabilidade desses sistemas. No estado, os monocultivos de mamão, banana, seringueira e coco ocupam, respectivamente, áreas de 6.118 hectares (ha), 25.020 ha, 9.031 ha e 9.456 ha (GALEANO *et al.*, 2018). Se esses cultivos estivessem associados ao cafeeiro, poderiam ocupar uma área menor, e os agricultores ficariam menos vulneráveis à variação de preço de um só produto, como já foi comprovado em vários estudos. Como exemplo, pode-se citar a análise do Índice de Equivalência de Área (IEA), que consta no Capítulo 6 deste livro, com base na qual estima-se uma redução de 22% nos bananais em monocultivo, mantendo a mesma produção.

Nesse processo de transição, talvez seria necessário buscar sistemas mais simples para uma tomada de decisão mais cautelosa devido às condições adversas. No entanto, os SAFs podem gradualmente atingir uma complexidade desejável ao longo do tempo. Muitas indagações são feitas em relação aos SAFs. Às vezes, a insegurança em efetuar inovações e modificações no sistema de produção pode frear o processo de adoção. Por isso, a experimentação em SAFs buscou dar resposta às dúvidas relacionadas a eles.

Em SAF com cafeeiro, o controle da luminosidade é fundamental para a manutenção da produtividade. Na área do experimento, os níveis de radiação e luminosidade foram mantidos por meio de podas, realizadas periodicamente em março e agosto, as quais resultaram na disponibilização de biomassa para o solo. A decomposição e liberação de nutrientes para o cafeeiro variou de acordo com as espécies utilizadas no sombreamento. Maiores taxas de decomposição foram observadas nos materiais orgânicos de gliricídia e pupunha comparados com os de ingá e bananeira. Visando a sincronicidade entre o regime de poda e a demanda do cafeeiro, foi observado que no consórcio com ingá a decomposição foi lenta e gradual, com liberação de nutrientes nos diversos estádios de frutificação do cafeeiro, enquanto a liberação da matéria seca de gliricídia, após a poda de março e agosto, ocorreu em período de baixa exigência nutricional e baixa exigência para formação dos frutos, respectivamente.

A medição da disponibilidade de água no solo evidenciou maior volume de água nas parcelas de café consorciado com gliricídia, quando comparado com café associado com banana ou ingá. A água disponível no solo para o café foi menor nos consórcios com bananeira, cuja densidade de plantas era maior e o espaçamento menor que as demais parcelas. Os resultados podem ter sido influenciados também pela perda de água por interceptação da chuva na copa das árvores. Folhas pequenas e lisas de gliricídia retiveram menos água da chuva comparadas com as folhas amplas e pilosas das plantas de ingá. Ficou evidenciado que as diferentes espécies utilizadas no sombreamento influenciaram de diferente maneira na dinâmica da água do sistema.

Na identificação da qualidade do grão de café, a associação de diferentes técnicas analíticas (espectrometria de massa, espectroscopia e sensorial) permitiu evidenciar os compostos responsáveis por distinguir as amostras cultivadas com diferentes espécies usadas no sombreamento do cafeeiro. Ácidos clorogênicos foram os principais responsáveis por destacar a qualidade das amostras e, dentre eles, o ácido coriônico, que foi registrado pela primeira vez em amostras de café neste estudo. A análise comparativa da qualidade do grão demonstrou que o cafeeiro cultivado em consórcio com gliricídia apresentou a melhor pontuação global para os atributos considerados com os maiores teores de acidez e açúcares. Os menores teores de acidez e açúcares foram observados em grãos de cafeeiro em consórcio com pupunha, e as menores pontuações globais para todos os atributos foram registradas para o cafeeiro com pupunha e o cultivado em pleno sol.

A revisão da evolução dos métodos analíticos utilizados na análise de qualidade dos grãos indica uma nova abordagem para classificar e discriminar grupos químicos, por meio de análises por MicroNIR, para o cultivo de café robusta em diferentes sistemas agrícolas. Ficou demonstrada a adequação do método na identificação de importantes propriedades químicas do café, essenciais para definir os atributos como amargor, sabor, limpeza e, principalmente, acidez, corpo e qualidade geral na análise sensorial.

A produtividade do cafeeiro foi maior nos consórcios agroflorestais de café com pupunha e café com ingá, sendo menor em café com banana. No entanto, a análise econômica dos sistemas demonstrou que os consórcios de café com pupunha e café com banana obtiveram o melhor desempenho quando comparados com os demais consórcios e o café solteiro, os quais

foram economicamente inviáveis. Em relação à mão de obra, os consórcios reduzem os gastos com roçadas, porém, as podas de ingá e gliricídia demandam trabalho adicional que não é compensado, na mesma proporção, pela redução nas roçadas. A análise da eficiência quanto ao uso da terra, tomando como base o IEA e enfocando somente os consórcios com a banana e com a pupunha, indicou que tais sistemas foram mais eficientes que os monocultivos, com IEAs de 1,22 e 1,43, respectivamente.

A avaliação participativa da sustentabilidade dos consórcios, na perspectiva dos agricultores familiares, revelou uma convergência entre a visão destes e boa parte dos resultados das pesquisas acadêmicas realizadas na área, como, por exemplo, nos quesitos desenvolvimento dos cultivos, qualidade do solo e retorno econômico. Na avaliação dos agricultores, com base nos 17 indicadores de sustentabilidade considerados, o consórcio de café com banana teve a maior pontuação média geral, seguido pelos consórcios de café com pupunha e café com ingá.

A importância das feiras agroecológicas na comercialização dos produtos de consórcios agroflorestais foi abordada tendo como referência a feira realizada na Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes), *campus* de Alegre, estabelecida em 2018, como parte de um projeto de extensão. Analisando os casos da banana-prata e do palmito-pupunha, verificou-se que a venda nessa feira foi mais viável às famílias agricultoras, em comparação com a Ceasa-ES, pois permitiu o aumento na sua rentabilidade e numa condição mais estável, devido à relação comercial feita diretamente com os consumidores. Essa feira também serviu como referência de preço para a análise econômica dos consórcios que geraram tais produtos.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A intenção deste livro foi de sintetizar as ações realizadas no projeto de pesquisa em SAFs na Fazenda Experimental Bananal do Norte, do Incaper, visando esclarecer algumas indagações sobre esses sistemas. A necessidade de obter informações sobre os SAFs geraram os desenhos propostos. Esperamos que essas informações motivem a tomada de decisão na implantação de sistemas agrícolas mais diversificados.

A análise comparativa dos resultados obtidos nas pesquisas realizadas em consórcios de café com gliricídia, banana, pupunha ou ingá, em relação ao café em pleno sol, permitem concluir que, nas condições ambientais estudadas, o consórcio de cafeeiro com gliricídia poderia ser recomendado no que se refere à maior conservação de água no solo e à obtenção de grãos de qualidade superior. Além disso, amostras de plantas de gliricídia apresentaram compostos com potencial para a produção de cosméticos e de geração de renda adicional que poderiam melhorar o balanço financeiro do sistema. Os níveis de produtividade foram melhores em cafeeiro consorciado com pupunha e ingá, as quais se mostraram como boas plantas companheiras para o café. Por sua vez, a análise econômica dos sistemas revelou balanço financeiro positivo para os consórcios com pupunha e com banana, cuja produção se somou à de café, garantindo a viabilidade econômica dos sistemas.

No entanto, a decisão de adotar ou não determinado consórcio vai depender do modo como os agricultores o percebem, ponderando fatores como o desempenho do cafeeiro, a demanda de mão de obra para o manejo, o retorno econômico obtido, entre outros.

Na Mata Atlântica existem inúmeras espécies que poderiam ser utilizadas em associação ao cultivo do cafeeiro. Essa associação seria uma verdadeira simbiose entre os seres vivos, pois tanto favoreceria a Mata Atlântica em si quanto beneficiaria os agricultores em melhoria dos seus sistemas de cultivo, inclusive podendo acrescentar outras fontes de rendimento. Portanto, existe um grande potencial de estudos que trariam serviços ambientais e produtos diversos. Os SAFs representam uma oportunidade de introduzir um componente florestal, espécies frutíferas e, assim, diversificar as atividades agrícolas. Em conjunto, a estratégia tem grande potencial para ajudar a promover o equilíbrio entre a produção agrícola e as funções sociais e ecológicas de uma região.

As possibilidades apresentadas nos SAFs investigados demonstram a utilidade direta na redução de trabalho, na economia de insumos e na obtenção de novos produtos e receitas. Indiretamente, são obtidos serviços ambientais e agroecossistemas sustentáveis. Porém, o forte apelo do mercado e dos demais setores do agronegócio, que induzem os cafeicultores e suas famílias a priorizarem a busca de alta produtividade com o café, está em constante conflito com a necessidade de cuidar da qualidade de vida, com a conservação do meio ambiente e com a diversificação de culturas.

A ameaça de mudanças climáticas é uma realidade. Essa alteração no clima pode afetar a atividade agrícola causando, inclusive, a inviabilização da cafeicultura, em um estado que possui uma área com cafezais equivalente a 9,5% da superfície total. O cultivo sombreado poderia minimizar os efeitos climáticos adversos, além de proporcionar um ambiente ameno e, consequentemente, reduziria a penosidade do trabalho agrícola.

Com base na experiência adquirida na Unidade de Pesquisa Agroflorestal de Pacotuba-ES, é possível supor, conforme consta no Capítulo 5 deste livro, que se os agricultores tivessem tido a oportunidade de se envolverem com o processo da pesquisa, desde a sua concepção e ao longo de todo o seu desenvolvimento, a mesma poderia ter sido melhor conduzida, do ponto de vista deles, e talvez isso aumentasse a possibilidade de adoção das novas tecnologias. Diante disso, se coloca a perspectiva de intensificar a realização de pesquisas participativas na área.

Por fim, vale registrar o desafio de ampliar a visão sistêmica na pesquisa agrícola aplicada, de modo a ir além do que apenas constituir uma equipe multidisciplinar de pesquisadores, enfocando o mesmo objeto de estudo. Sabemos que trabalhos assim já demonstram um grande avanço na pesquisa. Contudo, é preciso avançar muito mais, procurando efetivar abordagens transversais que interliguem os aspectos tecnoprodutivos com os aspectos ambientais e socioeconômicos relacionados aos consórcios agroflorestais, e tendo sempre o compromisso com o desenvolvimento rural sustentável.

REFERÊNCIAS

GALEANO, E. A. V. *et al.* **Síntese da produção agropecuária do Espírito Santo 2016/2017**. Vitória, ES: Incaper, 2018. 88 p.

SALES, E. F.; BALDI, A. **Cafezais sombreados**: experiências com o manejo do sistema no Estado do Espírito Santo. Vitória, ES: Incaper 2020. 39 p.

APOIO



GOVERNO DO ESTADO
DO ESPÍRITO SANTO
*Secretaria da Ciência, Tecnologia,
Inovação e Educação Profissional*



REALIZAÇÃO



Instituto Capixaba de Pesquisa,
Assistência Técnica e Extensão Rural

GOVERNO DO ESTADO
DO ESPÍRITO SANTO
*Secretaria da Agricultura,
Abastecimento, Aquicultura e Pesca*



Acesse gratuitamente a produção
editorial do Incaper



DOI: 10.54682/livro.9788589274463

