

UFRRJ
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA

DISSERTAÇÃO

**Avaliação participativa da qualidade do solo em lavouras orgânicas de
café e uva, submetidas ao consórcio com adubos verdes**

Maria Neuza de Carvalho

2018



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA**

**AVALIAÇÃO PARTICIPATIVA DA QUALIDADE DO SOLO EM
LAVOURAS ORGÂNICAS DE CAFÉ E UVA, SUBMETIDAS AO
CONSÓRCIO COM ADUBOS VERDES**

MARIA NEUZA DE CARVALHO

Sob a Orientação do Professor
José Antonio Azevedo Espindola

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestra em Agricultura Orgânica**, no Curso de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica.

Seropédica, RJ

Julho 2018

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C331a Carvalho, Maria Neuza de , 1966-
Avaliação participativa da qualidade do solo em
lavouras orgânicas de café e uva, submetidas ao
consórcio com adubos verdes / Maria Neuza de
Carvalho. - 2018.
72 f.: il.

Orientador: José Antonio Azevedo Espindola.
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal Rural
do Rio de Janeiro, Curso de Pós Graduação em
Agricultura Orgânica, 2018.

1. Manejo do solo. 2. Adubação verde. 3.
Agricultura familiar. I. Espindola, José Antonio
Azevedo , 1968-, orient. II Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro. Curso de Pós Graduação em
Agricultura Orgânica III. Título.

“O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001”

“This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance CODE 001”

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA**

MARIA NEUZA DE CARVALHO

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção de grau de **Mestra em Agricultura Orgânica**, no Curso de Mestrado Profissional em Agricultura Orgânica.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 05 / 07 / 2018

José Antonio Azevedo Espindola - Dr. Embrapa Agrobiologia
(Orientador)

Raul Castro Carriello Rosa - Dr. Embrapa Agrobiologia

Luiz Carlos Dias da Rocha - Dr. IF SUL DE MINAS Campus Inconfidentes

DEDICATÓRIA

Eu dedico...

Com carinho, aos meus pais Regina e Sebastião.

Com amor e gratidão, ao meu companheiro João David.

Com gratidão e muitas saudades, à minha sobrinha Luciana (*in memoriam*).

Com gratidão e incentivo, à todas as famílias e profissionais que se dedicam à agricultura agroecológica e à segurança alimentar.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela vida, pela família, pelos amigos, pela saúde, pelo trabalho e pelas oportunidades que eu tive de aprendizado e de contribuir na construção do conhecimento.

A todos os Seres de amor e luz, que trabalham pelo restabelecimento do equilíbrio e harmonia do planeta Terra.

Aos meus pais e a toda a minha família, pelo carinho e apoio, de sempre! Aos meus sobrinhos, pela alegria da convivência.

Ao meu companheiro João David, pelo amor, dedicação e apoio em todos os momentos e projetos.

À EMATER-MG, à UFRRJ, ao PPGAO e à CAPES pela oportunidade deste mestrado.

À Rejane B. Mendes, ao gerente Willem Guilherme de Araújo e ao Coordenador Leonel Satiro de Lima pela divulgação, incentivo e apoio para a realização deste curso.

Ao Professor José Antonio Azevedo Espindola pela confiança depositada e orientação deste trabalho, sempre de maneira tão competente, dedicada, respeitosa e prestativa.

Aos Professores Adriana Maria de Aquino, Ednaldo da Silva Araújo, Jose Guilherme Marinho Guerra e Marta dos Santos F. Ricci de Azevedo, pelo apoio e orientação complementar ao projeto de pesquisa e dissertação.

Aos Professores Luiz Carlos Dias da Rocha e Raul Castro Carrielo Rosa, pela disponibilidade em participarem da banca examinadora e pelas valiosas contribuições apresentadas para a melhoria desta dissertação.

Ao Coordenador João Sebastião Araújo, a todos os professores, ao Bráulio Bezerra, à Lucia Helena pela organização, disponibilidade e dedicação viabilizando a realização do Mestrado em Agricultura Orgânica.

À EMBRAPA Agrobiologia, à PESAGRO-RIO e aos agricultores e entidades que nos receberam durante as vivências, pelo relevante apoio e parceria ao curso.

Aos pesquisadores Eliane Bahia Wutke e João Guilherme Ribeiro Gonçalves e ao IAC pelo pronto apoio que viabilizou a implantação desta pesquisa.

Ao laboratório de análise L. A Teixeira e Filhos pela colaboração.

Aos colegas do curso pela oportunidade da convivência e conhecimento compartilhado. Aos companheiros Ana Luísa, Ana Paula, Hélio, Luís Claudio, e de maneira muito especial ao parceiro Venâncio, sem o apoio de quem a minha participação neste curso não teria se efetivado.

À Clarice e Eliana, por tornarem minha estadia em Seropédica mais agradável.

À Aloísia, Ayrtton, Dirce, Francis, Geraldo, Julia, Maria José, Maria de Lurdes, Nádia, Regina (Fe), Rodrigo, Regina, Silvana, Tatiane, Wladimir, Priscila, às famílias Contin e Gonçalves pela amizade e apoio, sempre.

À equipe regional e em especial aos colegas e estagiários da EMATER: Priscila, Deny, Venâncio, Berenice, Paulo, Marina, Graziela e Vanessa, pelo apoio e compreensão durante a realização deste curso.

À Priscila, João David, Marcon, Paulo e “Sr. Chiclete” pela generosa contribuição.

À Prefeitura Municipal, ao Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável de Andradas - CMDRS e aos agricultores de Andradas pelo apoio e pela compreensão de minha ausência para realização deste curso.

Agradecimento especial à Associação dos Agricultores Familiares e/ou Orgânicos de Andradas e Região - AGRIFAN, aos agricultores orgânicos Jonathas Carlos Galdino, Maria Raquel Contin, Paulo Roberto dos Santos e Ozório Jose dos Santos e suas famílias, aos demais agricultores associados por permitirem a realização da pesquisa e pela atenção, prontidão e boa vontade em participar neste processo de construção coletiva do conhecimento agroecológico.

E a todos que direta ou indiretamente colaboraram ou apoiaram este trabalho.

BIOGRAFIA

Maria Neuza de Carvalho, filha de Maria Regina Franco de Carvalho e Sebastião Antonio de Carvalho, nasceu em Santa Rita de Caldas /MG, em 09 de setembro de 1966. Graduou-se em Engenharia Agrônoma na Escola Superior de Agricultura e Ciências de Machado – ESACMA, em 1987. Concluiu especialização em “Solos e Meio Ambiente” pela ESAL/UFLA em 1999 e em “Extensão Rural para o Desenvolvimento Sustentável” pela Universidade de Brasília – UnB em 2006, com a monografia “Capital social e associativismo: Estudo junto à Cooperativa de Agricultores Familiares de Poço Fundo e Região – COOPFAM – e associações parceiras”. Em agosto de 1988, foi admitida como Extensionista Agropecuário II na Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais – EMATER-MG. Iniciou seus trabalhos nos municípios de Francisco Sá, Grão Mogol e Gonçalves, atuando desde 1993 em Andradas e tendo como foco a assistência técnica e extensão rural com base nos princípios da agroecologia. Neste ano de 2018, atuou também na capacitação de extensionistas como professora e tutora no Curso “Mecanismos de Avaliação da Conformidade Orgânica”, modalidade Ensino a Distância (EaD), realizado pela EMATER-MG em parceria com o IF SUL DE MINAS. Em fevereiro de 2016, ingressou na sexta turma do Mestrado Profissional, do Programa de Pós-graduação em Agricultura Orgânica da UFRRJ, o qual está concluindo com esta dissertação, que tem como tema “Avaliação participativa da qualidade do solo em lavouras orgânicas de café e uva, submetidas ao consórcio com adubos verdes”.

RESUMO

CARVALHO, Maria Neuza de. **Avaliação participativa da qualidade do solo em lavouras orgânicas de café e uva, submetidas ao consórcio com adubos verdes.** 2018. 61p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2018.

O presente trabalho foi conduzido junto aos agricultores familiares vinculados à Associação dos Produtores da Agricultura Familiar e/ou Orgânicos de Andradas e Região – AGRIFAN, localizados nos municípios de Andradas e Caldas, no Sul do Estado de Minas Gerais. A maioria destes agricultores orgânicos, em especial os cafeicultores, utiliza fertilizantes orgânicos adquiridos fora da propriedade e adotam o manejo de ervas espontâneas como a principal técnica de cobertura do solo. Visando avaliar a qualidade dos solos em lavouras orgânicas de café (*Coffea arabica*) e uva (*Vitis labrusca*), e as alterações sofridas pelo solo quando estas lavouras são submetidas ao consórcio com adubos verdes, foram instaladas unidades de observação em três propriedades, com quatro tratamentos: Tratamento EE – Café ou Uva com ervas espontâneas (testemunha); Tratamento FG - Café ou Uva com feijão guandu (*Cajanus cajan*); Tratamento MI- Café ou Uva com milho (*Pennisetum glaucum*) e Tratamento FM - Café ou Uva com consórcio de adubos verdes (consórcio composto por feijão guandu e milho). Foram realizadas entrevistas de forma a compreender a dinâmica das propriedades, bem como adotada a metodologia participativa para a avaliação da qualidade do solo dos agroecossistemas das unidades de observação. Como conclusão das avaliações realizadas, é possível afirmar que a adubação verde contribui para melhorar algumas características indicativas de qualidade do solo. Dentre estas características, o milho proporciona maior retenção de umidade no solo. Além disso, verifica-se que o método aplicado possibilita maior sensibilização e envolvimento dos agricultores familiares. A metodologia adotada revela-se útil e eficiente na capacitação de agricultores, promovendo o compartilhamento de saberes e a construção coletiva do conhecimento agroecológico entre agricultores e agentes de extensão rural, educação e pesquisa.

Palavras-chave: Manejo do solo; Adubação verde; Agricultura familiar.

ABSTRACT

CARVALHO, Maria Neuza de. **Participatory evaluation of the soil quality of organic coffee and grape cultivations, intercropped with green manures.** 2018. 61p. Dissertation (Master's in Organic Agriculture). Institute of Agronomy, Rio de Janeiro Federal Rural University, Seropédica, RJ, 2018.

The present work was performed with family organic production systems involved in the Association of Family agriculture and/or Organic Farmers of Andradas and Region (Associação dos Produtores da Agricultura Familiar e/ou Orgânicos de Andradas e Região — AGRIFAN), located in the cities of Andradas and Caldas, in the southern of Minas Gerais state. Most of these organic farmers — especially the coffee growers — use organic fertilizers purchased in other properties and they adopt the management of spontaneous weeds as the main soil coverage technique. Aiming to evaluate, in a participatory manner, the soils of organic coffee (*Coffea arabica*) and grape (*Vitis labrusca*) cultivations, as well as the alterations in the soil when these plantations are subjected to intercropping with green manure, observation units were installed in three properties. Four treatments were used: Treatment EE — Coffee or grape cultivation with weeds (control); Treatment FG — Coffee or grape cultivation with pigeon pea (*Cajanus cajan*); Treatment MI — Coffee or grape cultivations with millet (*Pennisetum glaucum*); and Treatment FM — Coffee or grape cultivation with intercropped green manures (intercropping of pigeon pea and millet). There were conducted interviews in order to understand the dynamics of properties. It was adopted the participatory methodology for assessing the quality of the soil from the agroecosystems of the observation units. As a conclusion of the evaluations carried out, it is possible to affirm that the green manure contributes to improving some indicative features of soil quality. Among these characteristics, the millet contributes to greater moisture retention in the soil. The method applied made possible greater awareness and involvement of the family farmers. The adopted methodology was useful and efficient in the training of farmers, facilitating the sharing of knowledge and the collective construction of agroecological knowledge among farmers and agents of rural extension, education and research.

Keywords: Soil management; Green manure; Family agriculture.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Pesquisa participativa e a qualidade do solo.....	3
2.2 Cultivos orgânicos avaliados.....	6
2.2.1 Café.....	6
2.2.2 Uva.....	8
2.3 Adubação verde.....	11
2.3.1 Adubação verde em cafezais.....	14
2.3.2 Adubação verde em parreirais.....	18
2.3.3 Espécies de adubos verdes implantadas para avaliação.....	19
2.3.3.1 Feijão guandu.....	19
2.3.3.2 Milheto.....	20
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1 Procedimentos adotados na pesquisa.....	23
3.2 Caracterização das unidades de observação.....	26
3.2.1 Unidade de Observação 1.....	27
3.2.2 Unidade de Observação 2.....	28
3.2.3 Unidade de Observação 3.....	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1 Avaliação participativa da qualidade do solo nas Unidades de Observação.....	31
4.1.1 Unidade de Observação 1.....	31
4.1.2 Unidade de Observação 2.....	34
4.1.3 Unidade de Observação 3.....	37
4.2 Consolidação e considerações sobre os principais resultados da avaliação participativa da qualidade do solo nas três unidades de observação.....	41
5 CONCLUSÕES.....	44

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
ANEXOS.....	59
Anexo A: Formulário para avaliação participativa da qualidade do solo das unidades de observação instaladas em lavouras orgânicas de café e uva, submetidas ao consórcio com adubos verdes.....	59

1 INTRODUÇÃO

A agricultura orgânica é atividade regulamentada no Brasil desde 2003 e está em expansão, crescendo mais de 20% ao ano (SEBRAE NACIONAL, 2017).

Neste contexto, formou-se também em 2003, a Associação de Produtores da Agricultura Familiar e/ou Orgânicos de Andradas e Região – AGRIFAN, tendo como principal produto o café orgânico. Em 2004, a AGRIFAN tornou-se parceira da Cooperativa de Agricultores Familiares de Poço Fundo e Região - COOPFAM, viabilizando a comercialização de café e também de frutas e hortaliças, com certificados pelos seguintes processos: mercado solidário por meio da Fairtrade Labelling Organizations - FLO; orgânico por auditoria pelo Instituto Biodinâmico – IBD e orgânico por sistema participativo de garantia pelo Organismo Participativo de Avaliação da Conformidade Central de Associações de Produtores Orgânicos Sul de Minas – OPAC Orgânicos Sul de Minas.

Atualmente, a AGRIFAN é composta por 16 associados: 1 pertence ao município de Caldas (produz uva, amora e hortaliças orgânicas, certificadas pelo OPAC) e os outros 15 pertencem ao município de Andradas, os quais se dedicam à produção de café, sendo: 8 produtores orgânicos (todos produtores certificados pelo IBD e 3 também pelo OPAC), 3 em conversão para orgânico (em processo de certificação pelo IBD) e 3 que ainda utilizam agrotóxicos, mas de forma restrita, tendo como referência normas estabelecidas pelo mercado solidário; um dos produtores de café orgânico, também se dedica à produção de hortaliças orgânicas (certificado pelo OPAC).

Apesar de várias lavouras de café orgânico dos agricultores familiares da AGRIFAN serem certificadas há anos, muitas ainda apresentam pouca diversidade de cultivos, com sistema de produção bastante simplificado e com forte dependência de insumos externos, inclusive de fertilizantes orgânicos como a torta de mamona e farinha de carne e osso, adotando o manejo de ervas espontâneas como a principal técnica de cobertura do solo. Observa-se que, geralmente, estes solos apresentam características vinculadas à fertilidade química com valores adequados, mas com alguns problemas relacionados às características físicas e biológicas, destacando-se questões relacionadas a pouca aeração do solo e seus desdobramentos.

Para avançar rumo à sustentabilidade destes agroecossistemas faz-se necessário melhorar o planejamento e manejo destas lavouras orgânicas, de forma a aumentar a biodiversidade e a autonomia das propriedades, com melhoria, principalmente, das condições físicas e biológicas do solo que favoreçam a aeração do solo e a ciclagem dos nutrientes. Segundo Primavesi (2003), não basta fornecer matéria orgânica, é necessário garantir que o solo tenha uma adequada agregação e oxigenação, propriedades estas que determinam a infiltração de água, a disponibilidade de nutrientes, o metabolismo e desenvolvimento das raízes e consequentemente o desenvolvimento e produção das plantas.

Neste sentido, a adubação verde é uma das práticas recomendadas. A adubação verde consiste em cultivar em rotação, sucessão ou consórcio, espécies de plantas diferentes da cultura principal, com o objetivo de melhorar a fertilidade do agroecossistema como um todo, trazendo benefícios para as condições químicas, físicas e biológicas do solo (ESPINDOLA et al., 2004; WUTKE et al., 2007).

Apesar dos inúmeros benefícios comprovados da adubação verde, esta, ainda é uma prática pouco adotada no campo, sendo necessário ampliar a compreensão por parte dos agricultores sobre os benefícios que a adubação verde pode trazer para a sustentabilidade dos agroecossistemas (MACHADO et al., 2011a).

Na perspectiva de melhorar a compreensão de como diferentes tipos de plantas de cobertura podem influenciar a qualidade do solo e o equilíbrio dos agroecossistemas, se propôs a realização desta pesquisa participativa em lavouras orgânicas de café (*Coffea arabica*) e uva (*Vitis labrusca*) de agricultores familiares vinculados à AGRIFAN. Além das ervas espontâneas

predominantes em cada lavoura e o manejo adotado tradicionalmente pelos agricultores, optou-se por avaliar duas espécies de adubos verdes, feijão guandu (*Cajanus cajan*) e milheto (*Pennisetum glaucum*) em cultivo solteiro e em consórcio, por serem com plantas de famílias botânicas e sistemas radiculares diferentes.

Em situações como a descrita anteriormente, em que se faz necessário ampliar a compreensão e adoção de uma determinada prática ou manejo agroecológico, a avaliação participativa da qualidade do solo e de sustentabilidade dos agroecossistemas tem-se se mostrado eficiente, por ser uma ferramenta metodológica que proporciona a integração do saber local, desenvolvido pelos próprios agricultores, com o saber científico, permitindo avaliar na prática e de maneira comparativa, parâmetros como o nível de compactação, retenção de umidade e atividade biológica do solo (ALTIERI, NICHOLLS, 2002; NICHOLLS et al., 2004; FERREIRA et al., 2009).

Assim, com o objetivo de contribuir para a construção coletiva do conhecimento agroecológico e fornecer subsídios para melhorar o planejamento e manejo de lavouras orgânicas, com ênfase em ações de manejo de solo, realizou-se este trabalho, que teve como objetivos específicos: avaliar, de maneira participativa, junto com os agricultores familiares vinculados à AGRIFAN, a qualidade do solo nas unidades de observação instaladas em lavouras orgânicas de café e uva; avaliar as diferenças proporcionadas ao solo pelo consórcio destas lavouras com os adubos verdes, feijão guandu e milheto.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A agricultura orgânica no Brasil está crescendo mais de 20% ao ano e se desenvolvendo significativamente (GIOMO et al., 2007; SEBRAE NACIONAL, 2017). No ano de 2017, 17.452 unidades de produção orgânica estiveram cadastradas junto ao Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, sendo 615 do estado de Minas Gerais. Destes, 12 são do município de Andradas e um do município de Caldas (MAPA, 2018a).

Para embasar este trabalho realizado com agricultores familiares orgânicos dos municípios de Andradas e Caldas, apresenta-se neste capítulo uma revisão de literatura sobre pesquisa participativa e a qualidade do solo, culturas do café e da uva e sobre a prática da adubação verde.

2.1 Pesquisa participativa e a qualidade do solo

A mudança de uma agricultura convencional para um sistema de produção mais sustentável deve ir além da substituição de insumos (MACHADO et al., 2011a), mas ser alimentada pela “construção de novos saberes socioambientais” (CAPORAL, 2005) e fundamentada na troca de experiências e valorização do conhecimento local (MACHADO et al., 2011a). A construção deste conhecimento agroecológico é um caminho longo, exigindo determinação, dedicação, maturidade e persistência tanto dos agricultores quanto dos demais atores envolvidos (BATISTA, 2005).

Neste processo de construção do conhecimento agroecológico, Casalinho et al. (2007) destaca que o solo deve ser compreendido como um sistema vivo e dinâmico, e que o estudo da qualidade do mesmo é fundamental na avaliação dos agroecossistemas.

A qualidade do solo é avaliada por indicadores físicos, químicos e biológicos e representa a capacidade de funcionamento e resiliência que o solo possui dentro do ecossistema, na perspectiva de promover sanidade, diversidade e produtividade biológica sem comprometer a qualidade do meio ambiente (ARAÚJO; MONTEIRO, 2007).

Assim, compreende-se que somente a análise química não é suficiente para avaliar o potencial produtivo de um solo (FERREIRA et al., 2009; CALEGARI, 2014). Além das características químicas, outras são desejáveis, tais como: permeabilidade, capacidade de reter umidade, menor escoamento superficial, atividade da microbiota, eficiência na ciclagem de nutrientes (FERREIRA et al., 2009).

A inclusão de bioindicadores na avaliação da qualidade do solo é muito importante e estratégico, pois os microrganismos possuem capacidade de responder mais rapidamente que os indicadores físicos e químicos às mudanças, refletindo sinais de melhoria ou degradação do solo (ARAÚJO; MONTEIRO, 2007). No entanto é importante observar que os indicadores microbiológicos variam com a estação do ano e o clima. Nunes et al. (2009) observaram que no período mais seco a atividade biológica é menor tanto em áreas de mata como em áreas de cultivo de café, mas ressaltaram que a redução da atividade sempre foi mais expressiva nas áreas de café.

Outro indicativo da qualidade do solo é o cheiro ou odor, o qual está relacionado à aeração e ao conteúdo de água que este apresenta, indicando como está a atividade biológica (PENNING et al., 2015). Segundo Primavesi (2009b), um solo em boas condições, com uma microvida saudável, apresenta um cheiro fresco e agradável; um solo que tem pouca vida aeróbia ou com problema de aplicação de palha em excesso na superfície do solo, apresenta cheiro de mofo, de fungos como do gênero *Penicillium*; um solo muito duro, que está praticamente sem vida, não apresenta cheiro nenhum; um solo com matéria orgânica enterrada se decompondo em condições anaeróbias, apresenta cheiro desagradável, devido a produção de gás sulfídrico e metano; e um solo com de matéria orgânica muito rica em nitrogênio em condições de excesso de umidade, apresenta cheiro fétido, pois esta matéria orgânica entra em

putrefação. Para avaliar a qualidade do solo pelo cheiro, Penning et al. (2015) adaptou uma classificação em três escores, 0, 1 e 2, considerando: 0 como um solo pobre, que apresenta cheiro pútrido, azedo, como de componentes químicos; 1 como solo moderado, quando apresenta cheiro mineral; e 2 como solo bom, quando apresenta um cheiro diferenciado de solo fresco (SHEPHERD, 2009¹ *apud* PENNING et al., 2015).

Com relação à cor, que é um indicativo das condições de drenagem e fertilidade do solo, considera-se: cores mosqueadas indicam que o solo é exposto ao excesso de umidade em um determinado período do ano; cor avermelhada indica um solo bem drenado; solo com cor escura ou preta, pode indicar um solo com alto teor de matéria orgânica (MELO et al., 2015) mas ele somente será um solo rico em húmus e fértil se mantiver a cor escura sob qualquer condição de umidade, pois quando um solo mantém a cor escura somente quando úmido, passando a ter cor acinzentada a branca quando seco, não indica um solo com bom teor com matéria orgânica, mas indica que é um solo muito rico em manganês (PRIMAVESI, 2009b).

Na avaliação da qualidade dos solos, Primavesi (2009a) considera que as plantas espontâneas são indicadoras das condições químicas ou físicas do solo, então, o que é necessário é saber reconhecer e decifrar o que cada uma indica, citando entre outras: beldroega (*Portulaca oleracea*) como indicadora de solo de média a boa fertilidade; picão preto (*Bidens pilosa*) como solos de média fertilidade; picão branco (*Galinsoga parviflora*) como indicadora de um solo razoável, com teor de nitrogênio que pode até estar em excesso, mas que apresenta deficiência de micronutrientes, em especial de cobre; samambaia das taperas (*Pteridium aquilinum*) como indicadora de solos ácidos, com deficiência de cálcio. Muitos agricultores conhecem e utilizam este conhecimento das plantas indicadoras na avaliação das terras. Pesquisa realizada por Calixto et al. (2015) com agricultores familiares dos municípios de Araponga e Muriaé – MG, aponta que estes consideravam entre outras plantas como indicadoras de terra com potencial agrícola: erva de são joão ou mentrasto (*Ageratum conyzoides*); picão preto, mentruz (*Coronopus didymus*), trapoeraba (*Commelina diffusa*), rubim ou macaé (*Leonurus sibiricus*), capim pé de galinha (*Eleusine indica*) e, como indicadora de terra com reduzida fertilidade a samambaia. CASALINHO (2004) observou que agricultores do Rio Grande do Sul consideravam picão preto e fazendeiro associadas a solo de média fertilidade, samambaia e tiririca (*Cyperus* sp.) associadas a solos que precisam de calcário, e beldroega como indicativo de solos férteis, bem estruturados, com bom teor de matéria orgânica, com boa capacidade de retenção de umidade.

Nicholls et al. (2004) destacam esta capacidade dos agricultores reconhecerem algumas características do solo, tipo e aspecto da vegetação como indicadores da qualidade do solo e do equilíbrio das plantas e do ambiente, mas reconhecem que geralmente estes parâmetros são específicos do local ou região onde a propriedade está localizada, variando de acordo com o conhecimento e vivência dos agricultores. Assim, estes mesmos autores consideram um grande desafio não somente para os agricultores, mas também para extensionistas e pesquisadores, avaliar a sanidade e sustentabilidade de um agroecossistema, especialmente após a conversão para o manejo orgânico (NICHOLLS et al., 2004).

Casalinho (2004) considera que o agricultor, pela sua experiência de vida, tem um conhecimento multi e interdisciplinar, pensa holisticamente o solo como um recurso natural e a relação deste com outros fatores ambientais como água, plantas, organismos, sendo capaz de identificar características favoráveis à atividade agrícola. Assim, quando motivado a apresentar suas concepções sobre o que é um solo de qualidade, o agricultor torna-se um elemento fundamental no desenvolvimento e aplicação de ferramentas que servem para avaliar de maneira prática diversos atributos do solo e como estes se inter-relacionam.

¹SHEPHERD, T. G. **Visual Soil Assessment**: Volume 1. Field Guide for Pastoral Grazing and Cropping on Flat to Rolling Country. 2nd ed. Palmerston North: Horizons Regional Council, 2009. 119 p.

Considerando a importância do saber local desenvolvido pelos próprios agricultores, e especialmente a integração deste com o saber científico na construção coletiva do conhecimento agroecológico, tem sido propostas e consolidadas ferramentas metodológicas de avaliação participativa da qualidade do solo e sustentabilidade dos agroecossistemas. Nesse sentido, a avaliação no campo de parâmetros como nível de compactação, retenção de umidade e atividade biológica do solo são muito úteis, mesmo quando estes são avaliados de maneira comparativa, seja mensurando diferentes sistemas de produção num mesmo momento, ou as alterações sofridas por um único sistema de produção ao longo de um período (FERREIRA et al., 2009).

Nesta perspectiva, se destaca a metodologia participativa de Avaliação Rápida da Qualidade do Solo e Sanidade dos Cultivos, proposta e utilizada por Altieri e Nicholls (2002) para avaliação de cafezais e por Nicholls et al. (2004) para avaliação de vinhedos. Esta metodologia se destaca por poder ser adaptada e utilizada para avaliar o uso de tecnologias agroecológicas nos mais diversos sistemas de produção.

No Brasil, esta metodologia tem sido adotada em várias pesquisas, podendo-se citar: Indicadores da qualidade do solo e de sustentabilidade em cafezais arborizados (FERREIRA, 2005), Avaliação participativa do manejo de agroecossistemas em assentamentos do Bioma Cerrado e Caatinga e capacitação de agricultores em agroecologia (MACHADO; VIDAL, 2006; MACHADO et al., 2011a), controle biológico de cigarrinhas em pastagens (RANGEL et al., 2007), uso de adubos verdes (FEIDEN et al., 2008), melhoramento participativo do milho (MACHADO; MACHADO, 2009), lavouras de café de agricultores familiares sob manejo agroflorestal ou com manejo convencional (GUIMARÃES et al., 2014), diferentes sistemas de produção tradicionais do semiárido cearense e sistemas com técnicas agroecológicas (SOUZA et al., 2016), manejo integrado de hérnia das crucíferas em ambiente de montanha (CARVALHO, 2016).

Esta metodologia é composta basicamente pela aplicação de dois questionários, sendo um para avaliar a qualidade do solo (com indicadores químicos, físicos e biológicos) e outro para avaliar a saúde das plantas (com indicadores sobre a cultura e ambiente geral da lavoura) (NICHOLLS et al., 2004). Ao se realizar a avaliação do agroecossistema, atribui-se notas de 1 a 10 para cada indicador e estas são então plotadas e apresentadas em conjunto em gráficos do tipo radar (ALTIERI; NICHOLLS, 2002; NICHOLLS et al., 2004). No gráfico, quando os resultados estão mais próximos do centro demonstram menor nível de sustentabilidade, indicando ser necessário adotar práticas de manejo que contribuam para a melhoria destes indicadores (NICHOLLS et al., 2004).

A avaliação é realizada com a participação dos agricultores, tendo como princípio um prévio diálogo sobre indicadores da qualidade do solo e a sanidade das plantas. A apresentação dos resultados em gráficos facilita a interpretação, tanto pelos técnicos quanto pelos agricultores, e a visualização de quais atributos interferem positiva ou negativamente no sistema (GUIMARÃES et al., 2014).

Este método revela-se dinâmico, participativo e de baixo custo (MACHADO; VIDAL, 2006). Os indicadores são fáceis e rápidos de avaliar e interpretar (NICHOLLS et al., 2004), permitindo que os próprios agricultores sejam os principais condutores da avaliação (MACHADO; VIDAL, 2006). À medida que agricultores e pesquisadores aplicam e se familiarizam com a metodologia, a observação torna-se mais precisa e permite maior refinamento na avaliação ou nos indicadores utilizados (NICHOLLS et al., 2004).

A metodologia permite que as percepções entre agricultores e técnicos sejam compartilhadas (MACHADO et al., 2011b), ampliando o conhecimento sobre o agroecossistema, possibilitando inferir se e quais conhecimentos ou intervenções são capazes de promover as melhorias desejadas (SOUZA et al., 2016). Além disso, quando a metodologia é aplicada em várias propriedades ou tratamentos diferentes ao mesmo tempo, permite observar

como a diferença no manejo interfere na sustentabilidade dos agroecossistemas, estimulando a reflexão e mudança na gestão das propriedades (NICHOLLS et al., 2004).

Neste sentido, o importante não é copiar técnicas que estejam sendo adotadas nas propriedades avaliadas ou sistemas de manejo com maior nível de sustentabilidade, mas compreender como esta técnica ou manejo está interferindo ou permitindo maior diversidade, ciclagem biológica de nutrientes e otimizando os processos ecológicos e a sinergia entre eles, contribuindo para a sustentabilidade do agroecossistema (NICHOLLS et al., 2004).

Além de avaliar a sustentabilidade dos agroecossistemas, metodologias participativas como esta contribuem para a capacitação dos agricultores e da comunidade na avaliação, planejamento e gestão, para que sejam capazes de adaptar técnicas às condições sociais, econômicas e ambientais em que estão inseridos (MACHADO et al., 2011b).

2.2 Cultivos orgânicos avaliados

2.2.1 Café

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de café (MAPA, 2018b), justificando assim a grande importância econômica, política, ambiental e sócio-cultural que a cafeicultura tem para o país.

Em 2013, o café foi cultivado em 1689 municípios brasileiros (IBGE, 2016). O parque cafeeiro ocupa uma área de 2,2 milhões de hectares, sendo 19,3 % da espécie *Coffea canephora* e 80,7 % da espécie *C. arabica*, sendo que a produtividade média do café nas últimas duas safras foi de 25,2 sacas de beneficiado por hectare (CONAB, 2018).

Aproximadamente, 287 mil produtores brasileiros se dedicam à cafeicultura, considerando-se que toda a cadeia produtiva do café gera mais de 8 milhões de empregos no país (MAPA, 2018b). Neste contexto, destaca-se a importância da cafeicultura familiar, pois esta é responsável por 80,3 % dos estabelecimentos produtores, 44 % da área e 38 % da produção do café brasileiro (IBGE, 2016).

Do total de café produzido no Brasil, o Estado de Minas Gerais é responsável por 54,3 % (CONAB, 2018). A cafeicultura mineira tem uma grande importância econômica e social, pois, nas regiões cafeeiras, apesar das lavouras de café ocuparem somente 20% da área das propriedades, é responsável por 70 a 80 % da renda das mesmas (MATIELLO et al., 2016).

Com o predomínio das cultivares Mundo Novo e Catuaí (IBGE, 2016), em Minas Gerais 98,5 % do café produzido são da espécie *Coffea arabica*, sendo a região Sul responsável por 56 % da produção estadual (CONAB, 2018).

A espécie *C. arabica*, planta da família Rubiaceae, é originária do sudoeste da Etiópia, sudeste do Sudão e norte do Quênia, entre 1000 e 2000 metros de altitude (GUERREIRO FILHO et al., 2008). O café arábica desenvolve-se bem em regiões de altitudes mais elevadas (mínima de 450 m), deficiência hídrica anual máxima de 150 mm, com temperaturas mais amenas (GUERREIRO FILHO et al., 2008). São considerados como parâmetros térmicos de aptidão para esta espécie: temperatura média anual de 19 a 22 °C como região apta; de 18 a 19 °C e de 22 a 23 °C como região marginal e regiões com temperaturas médias inferiores a 18 °C ou superiores a 23 °C como regiões inaptas. Existem lavouras de café arábica localizadas em regiões com temperaturas médias de até 24 °C; no entanto, neste caso, recomendam-se variedades mais adaptadas ao clima mais quente, uso de irrigação, maiores doses de alguns nutrientes, como o nitrogênio e o cobre, melhoria do microclima por meio do plantio adensado, arborização da lavoura e cobertura do solo (MATIELLO et al., 2016).

Além do condicionamento macroclimático, destaca-se como importante para o cafeeiro, escolher dentro das propriedades áreas expostas ao sol da manhã, o que favorece maior produção, melhor qualidade do produto e menor ataque de doenças; preferir áreas protegidas do vento e com bom escoamento de ar frio; adotar espaçamento mais adequado, variedade mais

adaptada, manejo do mato e outras práticas que promovam melhor interação com o microclima e que contribuam para a manutenção da umidade no solo (MATIELLO et al., 2016).

O café se adapta a vários tipos de solo, sendo considerados como restritivos ao seu cultivo os que apresentem impedimentos físicos graves, como: solos com menos de 20 % de argila e principalmente solos com mais de 50 % de argila, sem estrutura e porosidade adequada (MOURA et al., 2007).

As características biológicas do solo são muito importantes para o cafeeiro, especialmente por ele manter em suas raízes, associação com fungos micorrízicos arbusculares–FMA, que melhoram a absorção de fósforo. Diversas espécies de 12 gêneros diferentes de FMA já foram encontradas em associação com as raízes o café, com maior ocorrência, em ordem decrescente, de espécies pertencentes aos gêneros *Glomus*, *Acaulospora*, *Scutellospora*, *Rhizophagus* e *Gigaspora* (COGO et al., 2017).

O cafeeiro exige um manejo adequado de ervas espontâneas para não comprometer a sua produção. Pesquisas demonstram que, quando não se realiza nenhum tipo de controle na formação do cafezal, a primeira safra pode ser comprometida em até 43 % (MATIELLO et al., 2016). O manejo do mato em cafeeiros em produção deve ser feito de forma a evitar a competição das ervas no período de desenvolvimento e granação dos frutos (novembro a abril, e em especial de dezembro a fevereiro), quando todos os fatores que concorrem por água e nutrientes devem ser minimizados (MATIELLO et al., 2016).

Com relação ao sistema de cultivo, a crise do café convencional na década de 2000 foi um incentivo para que produtores migrassem para o manejo orgânico, na perspectiva de preços melhores, fazendo com que o Brasil chegasse a produzir 300 mil sacas de café orgânico por ano, de 2002 a 2004. Entretanto, como a maioria dos produtores ainda não dominava as técnicas de manejo orgânico, muitas lavouras reduziram a produtividade (média de 20 a 30 % menor que a produtividade do café convencional), e com o retorno das condições favoráveis do café no mercado convencional, fez com que muitos abandonassem o sistema orgânico (PIRES et al., 2017). Esta situação fez com que o cultivo de café orgânico no Brasil não acompanhasse o mesmo ritmo de crescimento de outros países, pois enquanto a área cultivada no mundo quadruplicou no período de 2004 a 2014, no Brasil ela se manteve praticamente estagnada, com cerca de 5.000 a 6.000 hectares, representando de 0,2 a 0,3% da área total de café cultivada (ACOB, 2017). No período de 2005 a 2013, a produção média anual de café orgânico no Brasil se manteve entre 70 a 80 mil sacas, com estimativa de 90 mil sacas de café certificado em 2017, com mais 20 mil sacas produzidas em fase de conversão orgânica (ACOB, 2017), observando-se assim que tem havido crescimento no setor, mas que este ainda é lento.

Turco et al. (2012) realizaram estudo sobre a eficiência econômica do sistema produção e comercialização do café orgânico de cooperados da COOPFAM (9 produtores dos municípios de Poço Fundo, Campestre e Andradas), relativo às safras de 2009 e 2010, concluindo que apesar da produtividade média obtida (25,1 sacas de café orgânico beneficiado/ ha /ano) ser menor que a média do café convencional dos cooperados, o sistema mostrou-se eficiente por apresentar menor custo de produção e, especialmente, por proporcionar melhor remuneração do produto, pois a comercialização é feita de forma coletiva e com padrão de qualidade que atende exigência dos compradores. Além disso, os agricultores obtiveram uma receita 21% acima dos custos operacionais. Cabe destacar que a mão de obra, que é principalmente familiar, foi o fator que mais pesou, representando mais de 60% do custo de produção do café orgânico.

O motivo para a menor produtividade do café orgânico no Brasil, além da deficiência nutricional, é atribuído ao fato da maioria das lavouras serem formadas com Catuaí e Mundo Novo, cultivares que são suscetíveis às principais doenças e pragas da cultura, e à reduzida ocorrência de pesquisas sobre o assunto (MOURA et al., 2013). De 2006 a 2009, esses autores conduziram experimento com lavouras de café sob manejo orgânico em 3 municípios na região da Zona da Mata Mineira e verificaram que as cultivares que se apresentaram como mais

produtivas, vigorosas e com menor incidência de ferrugem, cercospora e bicho mineiro foram: Sabiá 708, Catucaí Amarelo 24/137, IBC Palma 1, Paraíso MG H 419-1, Catucaí Vermelho 36/6, Catucaí Vermelho IAC 15, Oeiras MG 6851 e a linhagem H518, sendo por isso as mais indicadas para o cultivo orgânico naquela região. Estes mesmos autores observaram ainda que, nas áreas de maior altitude (município de Araponga, a 1040 m acima do nível do mar), as cultivares que mais se sobressaíram foram: Sabiá 708, IBC Palma 1, Tupi IAC 1669-33, Catucaí Amarelo 24/137, Siriema 842, Oeiras MG 6851, Catucaí Vermelho 36/6, Catucaí 785-15, Paraíso MG H 419-1, IBC Palma 2, Catucaí Vermelho IAC 15, Catucaí-Açu, e as linhagens H 514 e H 518, com médias acima de 24,61 sacas de café beneficiado/ ha/ano.

Por ser muito produtiva, a lavoura de café caracteriza-se como uma das mais exigentes em nutrição (SANTOS et al., 2014), sendo o nitrogênio o nutriente considerado como o mais limitante para a produção orgânica do café, por ser encontrado em baixa concentração nos adubos orgânicos, demandando grande volume (RICCI et al., 2002; FERREIRA, 2005). Como a maioria destes adubos orgânicos é adquirida fora da propriedade, isso eleva os custos de produção e aumenta os riscos de contaminação do café orgânico (FERREIRA, 2005). A adubação verde, em especial com plantas capazes de fixar nitrogênio, apresenta-se como uma prática muito importante para a cafeicultura orgânica.

2.2.2 Uva

A videira é uma das plantas mais antigas cultivadas pelo homem, tendo sua origem no período Terciário, provavelmente na região da Groenlândia, de onde se dispersou para três centros de origem: Eurasiático, Asiático e Americano. De acordo com a adaptação climática, diversas espécies e variedades se espalharam pelo mundo (ALVARENGA et al., 1998).

Na família Vitaceae, o gênero *Vitis* é o único de importância econômica, ao qual pertencem todas as videiras cultivadas (ALVARENGA et al., 1998), destacando-se 3 espécies: *Vitis vinifera*, espécie de origem europeia (FRAGUAS et al., 2007) com maior dispersão no mundo, utilizada para a produção de vinhos finos, passas e para consumo *in natura* (CAMARGO, 2001), a qual pertencem cultivares como Cabernet Sauvignon e Franc, Merlot, Syrah e Itália; *Vitis labrusca*, espécie originária da América do Norte, mais rústica, possui sabor e aroma típicos, muito utilizada para a produção de suco, para consumo *in natura* (CAMARGO, 2001) e para a produção de vinhos de mesa, a qual pertencem cultivares como Folha de Figo ou Bordô, Niágara Branca e Rosada (FRAGUAS et al., 2007); *Vitis bourquina*, espécie de origem americana, mais rústica e cultivada em menor escala (CAMARGO, 2001), destinada a produção de vinhos de mesa e suco, destacando-se a cultivar Jacquez (FRAGUAS et al., 2007).

As espécies americanas, além de serem importantes produtoras de uva e derivados, constituem a base genética dos porta-enxertos usados na viticultura (ALVARENGA et al., 1998). Estas videiras, por serem mais produtivas, rústicas e menos sensíveis às doenças, são as mais recomendadas para o cultivo orgânico (CAMARGO; NACHTIGAL, 2007).

A escolha de espécie e cultivar mais adaptadas às especificidades de cada município ou microrregião são importantes para o manejo da videira, especialmente quando se propõe o manejo agroecológico, pois a qualidade da uva sofre profunda interferência do clima (ALVARENGA; ABRAHÃO, 1984).

A videira se desenvolve melhor e com sanidade em áreas com exposição para a face Norte ou Noroeste, menos expostas aos ventos frios e topografia que permita uma boa drenagem de água (NACHTIGAL et al., 2007). Esta planta exige uma disponibilidade de 500 a 1.200 mm de água por ano, adaptando-se a temperatura de 10 a 40°C, tendo como faixa ótima de 15 a 30°C (FRAGUAS et al., 2007). Para estimular a brotação, as videiras exigem naturalmente uma exposição a um determinado período de frio para quebrar a dormência, exigência esta variável

entre as diferentes cultivares, sendo possível o cultivo em regiões mais quentes com o uso de reguladores de crescimento² e manejo da irrigação (FRÁGUAS et al., 2007).

Com a função de quebrar a dormência, os indutores e reguladores de brotação mais utilizados na viticultura convencional são a cianamida (hidrogenada ou cálcica) e o etephon (BOTELHO et al., 2015). Considerando a alta toxicidade da cianamida hidrogenada, tanto que alguns países já proibiram seu uso, pesquisas têm sido realizadas usando-se extratos vegetais para a quebra de dormência em videira (BOTELHO et al., 2015). Segundo esses autores, efeitos positivos observados com extrato de alho ou pasta de alho e potencial de uso hidrolato de pau-d' alho para a quebra de dormência em videiras. Rupp e Venturini (2012) recomendam o extrato de alho preparado a 10%, acrescido de espalhante feito à base de figo da Índia, para quebra de dormência em uva sob manejo orgânico.

A videira adapta-se a vários tipos de solo, desde que sejam evitados os solos muito pesados e mal drenados (LEÃO; MAIA, 1998), pois esta planta não suporta alagamento (MELO et al., 2015). Os melhores solos para a videira são os que apresentam boa estrutura, boa aeração e vida abundante, mas que sejam mais pobres em nutrientes, pois o excesso de fertilidade proporciona excesso de vigor nas plantas, o que pode comprometer a qualidade da uva e do vinho produzido (JOLY, 2008). Esta questão da qualidade do solo e as características inclusive microbiológicas que proporcionam diferenças entre pequenas áreas de terra estão na base do conceito de denominação de origem adotado para o vinho, terroir, pois interfere diretamente na qualidade do produto final (JOLY, 2008).

As características biológicas do solo são muito importantes para videira, especialmente por ela manter em suas raízes associação com fungos micorrízicos arbusculares – FMA, que além de melhorarem a absorção de fósforo, contribuem para maior resistência das plantas, auxiliando no desenvolvimento mesmo em solos com alto teor de metais pesados como o cobre, para o maior enraizamento das mudas (SOARES et al., 2013), para maior produção de biomassa seca tanto de parte aérea quanto de raízes (COUTINHO et al., 2017). Diversas espécies de FMA já foram encontradas em associação com as raízes da videira, como: *Claroideoglossum etunicatum*, *Entrophospora infrequens* (COUTINHO et al., 2017), *Dentiscutata heterogama*, *Gigaspora gigantea*, *Acaulospora morrowiae*, *A. colombiana*, *Rhizophagus clarus*, *R. irregularis*, *Gigaspora margarita* (SOARES et al., 2013), *Glomus etunicatum*, *Scutellospora heterogama* (ANZANELLO et al., 2011), mas observa-se que os benefícios oriundos desta simbiose dependem da combinação específica entre o isolado fungico e a variedade de porta-enxerto adotada (ANZANELLO et al., 2011).

Observa-se que o solo mais adequado para o desenvolvimento da videira varia entre as espécies: as cultivares de *V. vinifera* preferem solos mais profundos, sem camadas compactadas, mais estruturados que férteis; as cultivares de uvas americanas se adaptam a solos menos profundos desde que mais férteis, mas não toleram a alcalinidade (LEÃO; MAIA, 1998).

O espaçamento recomendado para a videira é variável com o sistema de condução: em sistemas verticais, como espaldeira e lira, adota-se 2,0 a 3,0 m entre linhas de plantio e 1,0 a 2,5 m entre plantas; em sistema horizontais, como a latada, realiza-se o plantio com 3,0 a 4,0 metros entre linhas e 1,5 a 3,0 m entre plantas (FRÁGUAS et al., 2007). O sistema de condução em espaldeira, apesar de proporcionar menor produtividade, contribui para a melhoria da qualidade do produto ao permitir maior aeração e insolação (FRÁGUAS et al., 2007) e tem menor custo de implantação (CARVALHO, 2014).

Em 2016, o Brasil cultivou 77.786 ha de uva, com uma produção de 984.244 toneladas, sendo 902 ha e 11.701 toneladas a contribuição do Estado de Minas Gerais (MELLO, 2017).

²Substâncias sintéticas com efeitos análogos aos hormônios sintetizados pelas próprias plantas (BOTELHO et al., 2015).

Em Minas Gerais, destacam-se como produtores de uva: (i) Um polo mais tradicional, localizado no Sul do estado, composto pelos municípios de Andradadas, Caldas e Santa Rita de Caldas, com uvas das cultivares Folha de Figo, Jacquez, Niágara Branca e Rosada (PROTAS et al., 2014); (ii) Outro polo produtor localiza-se no Norte do Estado, na região de Pirapora, com cultivo irrigado de uvas de mesa, especialmente as cultivares Itália e Niágara rosada (RITSCHER et al., 2015); (iii) Um terceiro polo, mais recente, localiza-se em áreas de altitude no Sul do estado (municípios de Lavras, Três Pontas, São Gonçalo do Sapucaí, Andradadas, dentre outros), cultivando uvas viníferas, especialmente as cultivares Syrah, e Sauvignon Blanc, destinadas à produção de vinhos finos (PROTAS; CAMARGO, 2011).

Em Caldas, predomina o cultivo de uva Folha de Figo, cultivar de origem americana da espécie *V. labrusca*, selecionada em 1840 no Estado de Ohio. Esta cultivar recebe várias denominações no Brasil: Folha de Figo em Minas Gerais; Bordô no Rio Grande do Sul e Santa Catarina (MAIA; CAMARGO, 2005), Ives ou Terci no Paraná (CARVALHO, 2014).

A Folha de Figo é uma cultivar rústica, produtiva, desenvolvendo-se bem em regiões de clima frio, mas com dificuldade de cultivo em regiões tropicais (MAIA; CAMARGO, 2005), sendo cultivada no Brasil, do Rio Grande do Sul até o Sul de Minas Gerais (CAMARGO; NACHTIGAL, 2007). É resistente às principais doenças fungicas e normalmente plantada de pé-franco (MAIA; CAMARGO, 2005), sendo a cultivar que mais se adapta ao sistema de cultivo orgânico (CAMARGO; NACHTIGAL, 2007).

A uva Folha de Figo produz cacho solto, de tamanho pequeno ou médio, bagas medias (ALVARENGA; ABRAHÃO, 1984) com alta concentração de matéria corante (MAIA; CAMARGO, 2005). Origina vinho e suco de cor intensa, sendo também utilizada em cortes para melhorar a cor dos produtos à base de outras cultivares (MAIA; CAMARGO, 2005). Apresenta abundante produção (15 a 20 t ha⁻¹ em sistema de latada) (CAMARGO; NACHTIGAL, 2007), grande rusticidade e produção de um vinho bastante encorpado e sabor foxado, muito aceito pelos consumidores brasileiros (ALVARENGA; ABRAHÃO, 1984).

Como é susceptível ao ataque do pulgão filoxera, *Daktulosphaira vitifoliae*, quando cultivada como pé franco, a cultivar Folha de Figo pode ter a produtividade comprometida, sendo esta a justificativa citada por Alvarenga; Abrahão (1984) para a baixa produtividade nos parreirais na região de Caldas-MG.

Alvarenga; Abrahão (1984) advertem que a folhagem da cultivar Folha de Figo é sensível às aplicações de produtos cúpricos, substância tradicionalmente usada no manejo fitossanitário na viticultura convencional e orgânica. Em contraponto, Rupp; Venturini (2012) recomendam o uso de calda bordalesa (com concentração de 0,25 a 1,00 %) no manejo do míldio (*Plasmopora viticola*) para todas as cultivares de uvas produzidas no sistema orgânico, restringindo à orientação de uso desta calda cúprica somente para a cultivar Isabel e uvas da espécie *V. vinifera*, quando a calda bordalesa for misturada com produtos à base de enxofre.

Com relação à produção de uva no sistema orgânico no Brasil, existem relatos de que é praticada principalmente pela agricultura familiar e em praticamente todos os estados do país, mas que ainda é uma atividade pouco expressiva, com poucas e nem sempre consistentes informações (CAMARGO et al., 2011). No estado brasileiro maior produtor de uvas, Rio Grande do Sul, a área cultivada e a produção de uva orgânica passaram, respectivamente, de 90 ha e 1.000 t, no ano de 2005, para 517 ha e 7.000 t, em 2011 (CAMARGO et al., 2011), indicando que a produção orgânica em franca expansão (MELO et al., 2015).

Pesquisas realizadas pelo Centro Nacional de Pesquisa de Uva e Vinho, da Embrapa, com uva niagara rosada, demonstraram resultados promissores com o manejo orgânico, pois enquanto na área conduzida no sistema convencional obteve-se produtividade média de 20 toneladas de uva por hectare, nas áreas conduzidas no sistema orgânico, obteve-se 47 e 29 toneladas de uva orgânica por hectare em áreas cultivadas com e sem cobertura plástica, respectivamente (EMBRAPA, 2012).

Mecca et al. (2017), ao realizaram estudo de análise de viabilidade econômica junto a um produtor da Serra Gaúcha, verificaram que o custo de produção de uva no sistema orgânico foi 27,28 % maior que o convencional, sendo as despesas com insumos maior em 129,18 % e com mão de obra em 23,52 %, mas que este maior custo foi compensado pelo maior preço de venda do produto, fazendo com que o lucro correspondente ao orgânico fosse 216,09 % maior que o tradicional. Referindo-se à produção de suco de uva pela vinícola, estes mesmo autores observaram resultados semelhantes com maior lucro operacional para o sistema orgânico, constatando-se uma diferença de 121,65 % entre o produto orgânico e o convencional.

2.3 Adubação verde

Visando à preservação e melhoria dos solos, considera-se fundamental fornecer matéria orgânica e manter o solo protegido do impacto direto das chuvas (PRIMAVESI, 1997), evitando a formação de crostas superficiais (ALTIERI, 2012).

Esta proteção do solo com vegetação é especialmente importante nas regiões tropicais, pois é a permanência da vegetação e a reciclagem dos materiais orgânicos que garantem a sustentabilidade, fornecendo nutrientes e energia para muitos organismos, promovendo melhor estruturação e capacidade de armazenamento de água no solo, proporcionando maior equilíbrio nas relações entre as propriedades do solo (DE-POLLI; PIMENTEL, 2006).

Esta biomassa vegetal é importante porque, ao ser roçada, fornece carbono e outros nutrientes ao solo, além de reduzir as oscilações de temperatura e umidade e ampliar a atividade biológica do solo (RICCI et al., 2002). Isso ocorre porque a vegetação que se desenvolve em uma determinada área é responsável pela maior parte da matéria orgânica do solo, pela ação tanto da parte aérea quanto das raízes (SOUZA et al., 2014).

Além disso, as raízes exercem grande influência na formação e estabilização dos agregados do solo: atuando diretamente, favorecem a agregação das partículas do solo; e indiretamente, ao removerem água do solo e liberarem exsudatos que alimentam microrganismos da rizosfera, também contribuem neste processo (ALISSON, 1973³, *apud* WOHLBERG et al., 2004).

Neste sentido, compreende-se que as plantas espontâneas exercem importante papel nos agroecossistemas, por protegerem naturalmente o solo com sua biomassa e proporcionarem outros benefícios como a ciclagem de nutrientes (PARTELLI et al., 2010). No entanto, como estas plantas geralmente são mais rústicas, mais adaptadas às condições adversas e têm um sistema radicular mais eficiente, exigem um manejo adequado, caso contrário, poderão se tornar um problema ao competirem com a cultura principal por água, luz ou nutrientes ou por exercerem efeitos alelopáticos (PARTELLI et al., 2010).

Para a proteção da superfície do solo, a maioria dos produtores orgânicos de culturas perenes de Andradas-MG e região tem adotado o manejo das ervas espontâneas, as quais são periodicamente roçadas. No entanto, em muitas situações, este tipo de manejo de ervas, apesar de importante, pode não ser suficiente para a manutenção da cultura (CALEGARI, 2012a). Este pesquisador adverte que, além do teor de matéria orgânica, da ciclagem, da disponibilidade de nutrientes e da aeração do solo poder estar comprometida, a presença de determinados tipos de ervas espontâneas pode representar um risco para as culturas, em especial para os cafeeiros, por serem hospedeiras e multiplicadoras de nematoides, citando como exemplo a corda de viola (*Ipomea* sp.), o amendoim bravo (*Ephorbia heterophylla*), o esopo (*Leonurus sibiricus*) e capim pé de galinha (*Eleusine indica*).

Para avançar na melhoria da qualidade do solo, uma das técnicas mais recomendadas é a adubação verde, prática adotada por civilizações como as dos chineses, gregos e romanos desde a antiguidade e conhecida no Brasil há mais de 100 anos (ROSSI; CARLOS, 2014). A

³ALLISON, F. E. Soil organic matter and its role in crop production. Amsterdam, Elsevier, 1973. p. 215-345.

partir dos anos 1980, a adubação verde passou também a ser denominada como plantas de cobertura do solo (WUTKE et al., 2014), recebendo nos anos 2.000 outras denominações como plantas recicladoras, recuperadoras, protetoras, melhoradoras ou condicionadoras do solo (WILDNER, 2014).

A adubação verde consiste em cultivar em rotação, sucessão ou consórcio, espécies de plantas diferentes da cultura principal, com o objetivo de manter ou melhorar o solo e o agroecossistema como um todo (WUTKE et al., 2007). Essa prática tem um caráter multifuncional, trazendo benefícios para as condições químicas, físicas e biológicas dos solos (ESPINDOLA et al., 2004), inclusive em profundidade (COSTA et al., 1992⁴, *apud* MACHADO et al., 2011b).

A adubação verde reduz a densidade do solo, com efeitos mais evidentes na camada superficial. Além disso, algumas plantas têm a capacidade de romper camadas adensadas e como as raízes permanecem no solo mesmo após sua morte, formam bioporos que favorecem a infiltração de água (SOUZA et al., 2014).

A melhoria das condições físicas acontece quando os adubos verdes elevam os teores de matéria orgânica do solo e, em consequência deste fato, há o aumento da estabilidade dos agregados, da porosidade e da capacidade de retenção de umidade solo (DE-POLLI et al., 1996⁵, *apud* ESPINDOLA et al., 2004). Recomenda-se que esta prática seja repetida periodicamente para garantir a manutenção da atividade biológica, pois este efeito de promoção da atividade biológica é de curto prazo (SOUZA et al., 2014).

Entre outras práticas, a adubação verde destaca-se por reduzir a ação dos agentes causadores da erosão (HERNANI; PADOVAN, 2014), promover maior abundância e diversidade de organismos acima e abaixo do solo, contribuir para reforçar a capacidade dos cultivos de resistir ao ataque de pragas e serem mais resilientes (NICHOLLS; ALTIERI, 2012).

Na escolha das espécies vegetais que serão cultivadas como adubos verdes, vários fatores devem ser observados, como: histórico da área (características do solo, clima, infraestrutura da propriedade, cultura e/ou variedade com que o adubo verde será consorciado ou rotacionado, infestação de ervas e nematoides), época de cultivo, e características do próprio adubo verde: exigências climáticas, disponibilidade e custo dos materiais de propagação, porte, ciclo e hábito de crescimento, capacidade de competição com a cultura principal, capacidade de fixar simbioticamente o nitrogênio ou de favorecer ação de fungos micorrízicos, ação sobre plantas infestantes e doenças, e em especial sobre os nematoides, relação Carbono/Nitrogênio - C/N da biomassa, potencial de uso para consumo humano ou animal (WUTKE; AMBROSANO, 2007; CALEGARI, 2012b), e também apresentar um sistema radicular amplo, de crescimento contínuo e rápido, capaz de proporcionar assim melhoria na estrutura e aeração do solo (SALTON; TOMAZI, 2014).

Plantas de espécies nativas ou exóticas, de várias famílias botânicas, podem ser cultivadas como adubos verdes. Tradicionalmente, as mais utilizadas são da família Fabaceae (popularmente conhecidas como leguminosas), por realizarem associação simbiótica com bactérias que promovem a fixação biológica de nitrogênio (FBN) atmosférico em quantidade expressiva (ESPINDOLA et al., 2004), aumentando assim a capacidade de autossuficiência dos agroecossistemas. A biomassa das leguminosas apresenta uma relação C/N menor, se decompondo mais rapidamente, favorecendo a mineralização e aproveitamento de nutrientes pela cultura posterior ou em consórcio (WUTKE et al., 2014).

⁴ COSTA, M. B. B.; CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A.; WILDNER, L. P.; ALCÂNTARA, P. B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro, RJ: AS-PTA. 1992. 346p.

⁵ DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. de; FRANCO, A.A. Adubação verde: Parâmetros para avaliação de sua eficiência. In: CASTRO FILHO, C. de; MUZILLI, O. (Ed.). **Manejo integrado de solos em microbacias hidrográficas**. Londrina: IAPAR/SBCS, 1996. p. 225-242.

No entanto, a eficiência da adubação verde na ciclagem de nutrientes, depende não só dos fatores descritos anteriormente, mas que a adição da biomassa ao solo seja realizada no momento adequado, compatível com a exigência nutricional da cultura que será beneficiada (LIMA et al., 2009). A composição química influencia a decomposição e o processo de liberação de nutrientes de um adubo verde, variando com a espécie e com as condições ambientais após o corte (LIMA et al., 2009).

Observa-se que o manejo dos adubos verdes no período seco do ano proporciona maior cobertura do solo (CAMPOS et al., 2015), pois a palhada se decompõe mais lentamente (TORRES et al., 2008; CAMPOS et al., 2015), contribuindo principalmente para a manutenção da umidade e da temperatura do solo. Por outro lado, a temperatura e umidade do período chuvoso favorecem a decomposição das plantas manejadas nesta época, proporcionando uma ciclagem mais rápida de nutrientes, favorecendo a cultura principal (CAMPOS et al., 2015).

Com relação ao sistema radicular, as leguminosas geralmente apresentam raízes profundas, capazes de romper camadas adensadas, recuperar nutrientes, aumentar a infiltração de água e contribuir para a estabilidade da estrutura do solo (SOUZA et al., 2014). Por outro lado, Salton; Tomazi (2014) consideram que, nos trópicos, é o sistema radicular das gramíneas o principal agente agregador de solo, devido à liberação de exsudados das raízes e do entrelaçamento das partículas de solo, formando torrões maiores e contribuindo para que os solos apresentem melhor aeração, maior capacidade de infiltração de água e que sejam menos sujeitos à erosão.

Os adubos verdes podem modificar a dinâmica de sucessão de plantas espontâneas (MONQUERO; HIRATA, 2014), especialmente quando são pouco exigentes em nutrientes, mais tolerantes à seca e tem crescimento rápido e denso (PARTELLI et al., 2010). Favero et al. (2001) concluíram que as leguminosas, ao melhorarem o solo, favorecem espécies espontâneas que produzem mais biomassa, ciclam mais nutrientes e são de mais fácil manejo.

Monquero e Hirata (2014) apresentam várias pesquisas que demonstram o efeito dos adubos verdes sobre ervas espontâneas, destacando-se especialmente a capacidade do capim braquiária (*Urochloa* (Syn. *Brachiaria*) spp.) e do milheto de reduzir a emergência de ervas em cultivos subsequentes. Esta capacidade do milheto foi demonstrada nos estudos de Monquero et al. (2009), ao verificarem que este adubo verde, seguido da crotalária juncea (*Crotalaria juncea*), foram os que apresentaram maior capacidade de supressão da emergência das sementes dos capins braquiária decumbens (*Urochloa* (Syn. *Brachiaria*) *decumbens*) e colônio (*Panicum maximum*).

Destaca-se a ação inibidora ou alelopática específica que alguns adubos verdes podem exercer sobre determinadas plantas espontâneas, como: feijão de porco (*Canavalia ensiformis*) sobre tirica (*Cyperus rotundus*); aveia (*Avena strigosa*) sobre gramíneas; azevém (*Lolium multiflorum*) sobre guanxuma (*Malvastrum* sp.); nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) sobre amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*), capim marmelada (*Urochloa* (Syn. *Brachiaria*) *plantaginea*) e capim colchão (*Digitaria horizontalis*) (WUTKE et al., 2007; AMBROSANO et al., 2014); milheto sobre picão preto (*Bidens* sp.) (PARTELLI et al., 2010); mucuna preta ou cinza (*Mucuna* sp.) sobre tiririca, picão preto, picão branco (*Galinsoga* sp.) e capim carrapicho (*Cenchrus echinatus*). Assim, conhecendo-se propriedades como estas, pode-se escolher a espécie de adubo verde mais adequada para contribuir no manejo das ervas espontâneas que estejam exercendo efeitos indesejáveis em determinada área.

Além de suprimir ervas espontâneas, a braquiária se destaca por ser uma planta capaz de contribuir para a qualidade do solo (MATIELLO et al., 2016), por possibilitar menor amplitude térmica do solo, produzir biomassa que se decompõe mais lentamente, cobrindo o solo por mais tempo, ser capaz de controlar e minimizar doenças de solo como mofo branco e podridões causadas por *Fusarium* e *Rhizoctonia*, mas tem o inconveniente de ser hospedeira de *Pratylenchus brachyurus*, nematoide que pode causar sérios problemas a várias culturas, como

o café (CALEGARI, 2014) e a uva (PUERARI et al., 2012). Calegari (2014) recomenda que, em lavouras em que seja verificada a presença deste nematoide, a braquiária deve ser substituída por plantas de cobertura que apresentem fator de reprodução (FR) zero ou menor que um, tais como as crotalárias, o feijão guandu e o milheto.

Torres et al. (2008), ao avaliarem por dois anos, em condições de cerrado, os adubos verdes milheto, braquiária brizanta (*Urochloa* (Syn. *Brachiaria*) *brizantha*), sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor*), guandu, crotalária juncea, aveia-preta e a vegetação espontânea, observaram que o milheto e a crotalária juncea foram as que produziram mais biomassa seca e acumularam mais nitrogênio, respectivamente.

O cultivo de adubos verdes pode ser feito com uma única espécie ou associando algumas ou várias espécies. O cultivo simultâneo, em uma mesma área e ao mesmo tempo, de duas até quatro espécies de adubos verdes é denominado de consórcio, ao passo que coquetel refere-se ao cultivo de várias espécies de adubos verdes, procurando-se assim imitar o que acontece na natureza no processo de pousio (WILDNER, 2014).

Este cultivo em consórcio ou coquetel tem se mostrado uma alternativa interessante por ampliar o aproveitamento de pontos positivos de várias espécies de adubos verdes, como: cultivar plantas de famílias diferentes, variando hábitos de crescimento e arquitetura de parte aérea e raízes, capacidade aeradora do solo, capacidade de mobilizar ou reciclar determinados nutrientes, além de conseguir melhorar a relação C/N da biomassa que será produzida (CALEGARI, 2012b). Nesta perspectiva, considera-se que a associação de gramíneas e leguminosas apresenta-se como a prática mais eficiente para melhorar a estrutura do solo (WOHLENBERG et al., 2004).

Apesar dos inúmeros benefícios apresentados nos parágrafos anteriores e comprovados pela pesquisa, Machado et al. (2011a) destacam que a prática da adubação verde, quando não é bem compreendida pelos agricultores, pode ser considerada apenas como mais um trabalho exaustivo, especialmente para propriedades pouco mecanizadas e com pouca mão de obra. Segundo Calegari (2014), além do imediatismo, o que tem contribuído para que muitos agricultores não alcancem resultados favoráveis com a adoção da adubação verde ao longo dos anos, pode estar relacionado ao inadequado diagnóstico, manejo, acompanhamento ou monitoramento dos resultados e pouca diversidade de plantas utilizadas.

2.3.1 Adubação verde em cafezais

A adubação verde ainda tem sido uma prática pouco adotada na cafeicultura brasileira, em especial nas lavouras em produção, devido ao custo de implantação, por não apresentar retorno imediato, pelo risco de competição e também porque pesquisas antigas com plantas como mucuna, feijão de porco e soja perene demonstraram efeito depressivo sobre a produção de café (MATIELLO et al., 2016).

O questionamento da viabilidade da adubação verde para o cafezal também foi levantado com os trabalhos de Alvarenga et al. (2003) ao avaliarem a formação de café orgânico com diferentes tipos de cobertura do solo e relataram que, com exceção das parcelas capinadas ou com 10 cm de cobertura morta, em todos os outros tratamentos (roçada periódica da erva espontânea; amendoim forrageiro; braquiária brizanta, feijão guandu, estilosantes, setária (*Setaria sphacelata*), feijão caupi (*Vigna unguiculata*); e trapoeraba (*Commelina benghalensis*)), os cafeeiros tiveram maior ataque de pragas e doenças e sinais de déficit hídrico devido à competição por água.

Apesar de ponderações e pesquisas como as citadas acima, outros pesquisadores há muito tempo recomendam e mostram resultados positivos da adubação verde e do manejo da cobertura vegetal em cafezais, como forma de manter ou melhorar a qualidade do solo.

Já no ano de 1955, Jose Gomes da Silva, da Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo, considerava a adubação verde como uma das práticas mais eficientes e econômicas para

manter a fertilidade física, química e biológica do solo e a boa produtividade das lavouras cafeeiras, tanto pela importância da matéria orgânica para esta cultura, quanto pela velocidade com que esta matéria se decompõe sob as condições de clima e solo do Brasil (SILVA, 1955⁶, *apud* ROSSI; CARLOS, 2014).

Recomenda-se o cultivo de adubos verdes antes do plantio ou depois da implantação do cafezal. Nas lavouras em produção, considerando que o período de preparo e realização da colheita do café coincide com o período seco do ano (maio a setembro), para evitar competição com o cafeeiro por água, recomenda-se que os adubos verdes sejam cultivados nas entrelinhas e somente no período de verão, realizando-se a semeadura de setembro até janeiro (CHAVES, 2002). Ricci et al. (2002) recomendam ainda que deve-se evitar espécies que possam competir com o cafeeiro por água e nutrientes.

De acordo com espaçamento do cafezal, Chaves (2005) recomenda o cultivo de adubos verdes da seguinte forma: Nos cafeeiros superadensados (1 a 1,5 m entre linhas), cultivar somente no primeiro ano, uma linha de plantas de hábito de crescimento ereto; Nos adensados (1,8 a 2m entre linhas), cultivar nos dois primeiros anos, uma linha de plantas de hábito ereto ou semiereto; Nos medianamente adensados (2 a 2,5 m entre linhas), plantar até terceiro ano, uma linha de plantas rasteiras ou duas linhas de plantas de hábito ereto ou semiereto; e em cafeeiros com espaçamentos tradicionais (3 a 4 m entre linhas), pode-se cultivar adubos verdes todos os anos, com uma linha de plantas rasteiras ou duas linhas de plantas de hábito semiereto.

Várias plantas têm sido avaliadas e indicadas como adubos verdes em lavouras de café, destacando-se entre as leguminosas *lab lab* (*Dolichos lablab*) (CHAVES, 2002; RICCI et al., 2002; MATIELLO et al., 2016), mucuna anã (*Mucuna pruriensis* var. anã) (CHAVES, 2002; RICCI et al., 2002; CHAVES, 2005; MATIELLO et al., 2016; CALEGARI, 2018), mucuna cinza (*Mucuna pruriensis* var. cinza), leucena (*Leucaena leucocephala*), crotalárias (*C. spectabilis* e *C. breviflora*) (CHAVES, 2002; RICCI et al., 2002, CHAVES, 2005; CALEGARI, 2018), crotalária mucronata (*C. mucronata*) (SANTOS et al., 2014), crotalária juncea (*C. juncea*), feijão de porco (*Canavalia ensiformis*), feijão guandu (CHAVES, 2002; RICCI et al., 2002), mas somente o cultivar anão (CALEGARI, 2018), caupi (*Vigna unguiculata*) (CHAVES, 2005; SANTOS et al., 2014), amendoim cavalo (*Arachis hypogaea*) (CHAVES et al., 1997; CHAVES, 2005; MATIELLO et al., 2016), ervilha comum (*Vicia sativa*), ervilhaca peluda (*Vicia villosa*), tremoço branco (*Lupinus albus*) (CALEGARI, 2018); entre as gramíneas, o milho; e de outras famílias, o trigo mourisco (*Fagopyrum esculentum*), nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) (CALEGARI, 2018).

O manejo dos adubos verdes em cafezais deve ser feito na época do pleno florescimento, deixando o material roçado sobre o solo para ser decomposto. No caso da leucena, que é uma planta perene, deve ser usada somente em lavouras com espaçamento tradicional, e o corte deve sempre ocorrer quando esta atingir 1,8 a 2,0 m de altura, realizando três ou quatro podas por ano, e um destes cortes deve ser realizado antes do início da colheita, bem rasteiro e a biomassa deixada na entrelinha do café (CHAVES, 2002).

Em lavouras de café em que se deseje produção de grande volume de biomassa, recomenda-se usar o milho como adubo verde, e quando se deseja descompactar o solo, recomenda-se o nabo forrageiro (MATIELLO et al., 2016). Quando se deseja garantir uma excelente cobertura do solo durante um longo período na época das chuvas, recomenda-se o uso do amendoim cavalo consorciado com o café, o qual irá também garantir uma renda complementar para os agricultores (CHAVES et al., 1997).

Com relação aos adubos verdes *lab lab* e mucuna cinza, adverte-se que estes exigem atenção no manejo por terem hábito de crescimento volúvel, devendo ser utilizados somente

⁶SILVA, J. G. da. **Adubação verde**: método prático de produzir matéria orgânica no próprio cafezal. São Paulo: Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, Divisão de Fomento Agrícola, 1955. 24p.

em lavouras de café cultivadas em espaçamento tradicional (MATIELLO et al., 2016; CHAVES, 2002). Chaves (2002) adverte ainda que apesar do lab lab já ter sido muito utilizado como adubo verde, deve ser evitado ou ser usado com muito critério, por ser hospedeiro de nematoides. Calegari (Informação verbal)⁷ complementa que as restrições para o lab lab, especialmente para a lavoura de café, tem somente aumentado a cada ano, por ser hospedeiro e multiplicador da *Pratylenchus brachyurus*, e orienta também que se repense sobre o uso de outras plantas que favorecem a multiplicação destes organismos, como as mucunas, o feijão de porco e as braquiárias (*Urochloa* (Syn. *Brachiaria*) spp.). Em áreas que já tenham problemas com nematoides, recomenda-se o uso da crotalária *spectabilis* (SANTOS et al., 2014; MATIELLO et al., 2016), para abaixar a população.

A preocupação em adotar como cobertura do solo em cafezais, espécies de plantas que não favoreçam a multiplicação de nematoides se justifica, pois se estima que este parasitismo possa reduzir a produção de café de 20 a 45 % (SALGADO et al., 2011). Pesquisa realizada em 11 importantes municípios produtores de café no Sul do Estado de Minas Gerais observou que 42,03% das amostras estavam parasitadas por *Meloidogyne spp*, sendo que 92,95% contaminadas por *M. exigua* e 4,22% de *M. paranaensis* (SALGADO et al., 2015). Além disso, estudos de Barbosa et al. (2004) indicam que *M. exigua* tem papel secundário em lavouras pouco produtivas, mas que este pode comprometer até 45 % da produtividade do cafeeiro quando presente em lavouras muito tecnificadas e produtivas.

Apesar de defendida e praticada por alguns técnicos e produtores, Matiello et al. (2016) consideram que a adoção do capim braquiária como planta de cobertura de solo em cafezais precisa ser melhor pesquisada.

Ao pesquisar a ação da braquiária *decumbens* sobre os atributos do solo, Rocha (2014) observou que, sob irrigação, o manejo das entrelinhas do cafeeiro com esta planta como cobertura promoveu, na camada de 0,0 a 0,20 m, alterações nos atributos físico-hídricos do solo, aumentando em 18% o conteúdo de água prontamente disponível do solo, o que foi atribuído à conversão de macroporos em microporos de baixa retenção proporcionado pela ação agregante que o sistema radicular fasciculado da braquiária, não comprometendo o potencial produtivo do cafeeiro. Por outro lado, este mesmo autor complementando a pesquisa, verificou que, em condição de sequeiro, a braquiária *decumbens* manejada nas entrelinhas de café compete com este por água, contribuindo para o déficit hídrico da cultura, o que levou a necessidade de 18% mais de ramos plagiotrópicos para produzir um quilograma de café beneficiado, reduzindo em 42% a produtividade dos cafeeiros.

Pesquisa de Jordão Filho et al. (2015) demonstra que a presença de *Brachiaria decumbens*, periodicamente roçada, comprometeu tanto a formação e primeira produção do café quanto áreas que não receberam nenhum controle de mato; ao passo que a presença de *Brachiaria ruziziensis*, periodicamente roçada, apresentou resultados muito melhores e bem próximos aos obtidos nos cafezais sob manejo convencional que são mantidos no limpo, manejos estes que mostraram-se, nas condições do experimento, como os mais adequados.

Matiello et al. (2016) citam pesquisas que tem sido conduzidas em lavouras de café em produção, cultivando braquiária *ruziziensis* no meio da rua (capim periodicamente roçado e jogado junto a linha do café, servindo como cobertura morta e adubo orgânico) com resultados iniciais que ainda deixam a desejar, ressaltando a necessidade de mais pesquisas. Argumentam que esta prática, pode até ser viável, mas para produtores tecnificados, em lavouras com boa

⁷ Informação fornecida por Ademir Calegari durante palestra “Sistemas bioativos de produção: equilíbrio dos atributos do solo por meio do uso adequado de plantas e rotação de culturas”, proferida em 05-06-2018, no 1º Simpósio de plantas de cobertura, realizado pelo CESEP, em Machado-MG.

correção do solo, bem nutridas, com bons teores de nitrogênio e cobre, e que, de preferência, tenham disponibilidade de irrigação.

Com relação ao controle de ervas espontâneas, Partelli et al. (2010), ao avaliarem o efeito de adubos verdes quando cultivados em consórcio com café orgânico (*C. canephora*), concluíram que o feijão-de-porco, seguido por milho e mucuna-anã, foram mais eficientes quando comparados ao feijão guandu. Estes mesmos autores demonstraram que, quando estas quatro espécies são manejadas corretamente, não exercem influência negativa sobre a cultura do café, não interferindo negativamente no crescimento de ramos plagiotrópicos e nem na concentração foliar de nutrientes.

Ao estudarem por um ano a taxa de crescimento e o estado nutricional do café orgânico consorciado com crotalária juncea (semeada em novembro, podada a meia altura aos 76 dias e cortada aos 175 dias), Ricci et al. (2005) observaram um aporte de 16 toneladas de biomassa seca e um aumento significativo da disponibilidade de nitrogênio para as plantas (200 kg N / ha), contribuindo para a manutenção do teor de nitrogênio acumulado nas folhas e crescimento das plantas do café.

Estudos de Paulo et al. (2006) com cafeeiro Mundo Novo consorciado com adubos verdes demonstraram que: o feijão guandu e a crotalária juncea produziram maior volume de biomassa; o feijão guandu, cortado aos 150 dias, apesar de aumentar o teor de matéria orgânica, K e CTC do solo, proporcionou uma redução no diâmetro do caule e na produção dos cafeeiros. A produção do cafeeiro apresentou uma correlação negativa com produção de biomassa seca das leguminosas e positiva com a altura e diâmetro do cafeeiro. Estes mesmos autores observaram que, de maneira geral, a adubação verde nos três primeiros anos não prejudicou a produtividade do cafeeiro, mas que no cultivo por sete anos consecutivos, somente as crotalárias *spectabilis* e *juncea*, mucuna anã e soja IAC 9 (com plantio em outubro /novembro e cultivo por 90 dias), não reduziram significativamente a produtividade do cafeeiro, e que em cafeeiro recepado somente a crotalária *spectabilis* não afetou a produção, demonstrando assim, o potencial de uso destas espécies como adubos verdes para a cafeicultura.

Pelos trabalhos citados acima, além das espécies de adubo verde mais adequadas para consórcio com o cafeeiro, pode-se inferir sobre a importância da época de plantio (outubro /novembro) e tempo adequado de consorciação (90 dias), demonstrando ainda que existe a possibilidade de consórcio com *Crotalaria juncea* para melhor aproveitamento do potencial de produção biomassa, desde que esta planta seja podada na metade do ciclo.

Lima et al. (2009) avaliaram durante quatro anos, em quatro propriedades de agricultores familiares, o efeito de sete leguminosas, sendo quatro anuais (*C. juncea*, guandu – anão, lablab e mucuna preta) e três espécies de ciclo perene: calopogônio (*Calopogonium mucunoides*), amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) e estilosantes (*Stylozanthos guyanensis*), consorciadas nas entrelinhas do café (*C. arabica*) orgânico, realizando o corte dos adubos verdes na fase inicial de floração das plantas, entre fevereiro e março. Esses autores concluíram que a crotalária juncea e o feijão guandu anão foram os adubos verdes que produziram mais biomassa e acumularam mais nutrientes (382 e 294 kg N/ha, respectivamente), e que se esses nutrientes fossem totalmente liberados na época de demanda do café, seriam suficientes para garantir produtividade de 30 a 40 sacas de café beneficiado/ ha, garantindo também toda a necessidade de fósforo (P) e cerca de 50% da necessidade de potássio (K). Estes autores observaram ainda que a maior decomposição da biomassa ocorreu entre 15 e 30 dias após o corte, e que, em média aos 60 dias após o corte, 50 % da biomassa de todas as espécies avaliadas já estava decomposta, mas somente 60 % do potássio, 40 % do nitrogênio (N) e 20% do fósforo estavam disponíveis para as plantas dentro do mesmo período de chuvas, levando-os a concluir da necessidade de complementação de nutrientes com outras fontes para suprir a demanda de nutrientes do café. Como conclusão, os autores destacam a importância agrônômica do feijão guandu como adubo verde, por apresentar maior e mais rápida liberação de nutrientes, pois aos

60 dias após o corte mais de 60% do N, 70% do K e 40% do P já estavam disponíveis, tendo proporcionado uma produtividade média de 34,25 sacas de café beneficiado/ha/ano nas quatro propriedades. Além disso, o feijão guandu foi a espécie que proporcionou maior produtividade em 75 % das propriedades avaliadas, seguido pelo lab lab, estilosantes e amendoim forrageiro.

Avaliando o efeito de leguminosas arbóreas, com poda anual, em lavoura de café, Barbosa et al. (2005) observaram que o crescimento anual foi maior nos cafeeiros das linhas próximas aos renques de acácia (*Acacia mangium*) e leucena, que aos próximos ao guandu. Com relação à umidade do solo (0-20 cm de profundidade), estes autores observaram que os cafeeiros com o renque de acácia apresentaram valores de umidade do solo 30% e 48% maiores nos períodos chuvoso e seco, respectivamente, que os cafeeiros com renques de leucena ou a pleno sol (testemunha). Os cafeeiros com renques de acácia apresentaram umidade do solo 15 e 30 % maior que os cafeeiros nos renques com feijão guandu.

Ao revisar pesquisas sobre adubação verde em café, Santos et al. (2014) concluíram que esta prática é capaz de melhorar muitas características do solo e do agroecossistema, mas nem sempre contribui para aumentar o crescimento e produtividade do cafeeiro, especialmente quando a biomassa acumulada pelos adubos verdes for muito elevada. Para aumentar a eficiência, estes mesmos autores recomendam que se faça a semeadura dos adubos verdes em solo limpo, para reduzir a competição com ervas espontâneas. Advertem ainda que a dinâmica da disponibilidade de N dos adubos verdes para o cafeeiro é complexa, podendo haver uma redução da sua disponibilidade por algumas semanas, e orientam que para evitar a volatilização de N, os adubos verdes devem ser aplicados na superfície do solo, sob a saia do cafeeiro, adicionando-se primeiro o material mais rico em N e sobre este o material mais rico em fibras. Como conclusão, os autores ressaltam a importância de pesquisas realizadas junto com os agricultores, pois estes possuem uma grande capacidade de observação e síntese que podem contribuir para apontar novos rumos para a prática de adubação verde em cafezais.

2.3.2 Adubação verde em parreirais

O uso de plantas de cobertura é fundamental para garantir que os parreirais sejam agroecossistemas diversificados e sustentáveis, pois estas contribuem para que haja menos insetos fitófagos, maior população e diversidade de inimigos naturais e maior abundância de artrópodes. Estudos realizados na Califórnia relatam que o uso de adubos verde aumentou a população de aranhas e ácaros predadores em parreirais, contribuindo, respectivamente para a redução da população de cigarrinhas e ácaro fitófago (ALTIERI, 2012).

Apesar de existirem ainda poucas informações sobre a adubação verde no cultivo da uva (CAMPOS et al., 2015), sua importância para a manutenção e recuperação do solo e para a sustentabilidade dos parreirais tem sido cada dia mais reconhecida no campo (CAMPOS et al., 2015; STÖCKER, 2015).

Os adubos verdes mais utilizados nos vinhedos da Serra Gaúcha são gramíneas e leguminosas, como a aveia preta, o azevém e a ervilhaca, mas também são mantidas plantas nativas que crescem espontaneamente, pois além de cobrir o solo, mantém a biodiversidade do sistema (MELO et al., 2015).

Entretanto, a relação de espécies de adubos verdes recomendadas para consócio com a videira é bem mais ampla. Como adubos verdes de inverno, recomendam-se: aveia-preta (*Avena strigosa*), ervilhaca comum ou peluda (*Vicia sativa*), centeio (*Secale cereale*), nabo forrageiro, chícaro (*Lathyrus sativus*), gorga ou espérgula (*Spergula arvensis*), tremoço (*Lupinus* sp.), trevo vermelho (*Trifolium pratense*), trevo subterrâneo (*T. subterraneum*), trevo branco (*T. repens*) e trevo vesiculoso (*T. vesiculosum*). Em áreas em que haja boa disponibilidade de água, também se pode cultivar alfafa (*Medicago sativa*) e cornichão (*Lotus corniculatus*) (MELO; SCHNEIDER, 2007). Como adubos verdes de verão, recomendam-se as seguintes espécies: crotalária juncea, aveia de verão ou capim sudão (*Sorghum sudanensis*), mucuna anã e feijão

guandu-anão (MELO; SCHNEIDER, 2007), feijão-de-porco (MELO; SCHNEIDER, 2007; CAMPOS et al. 2015).

Durante a fase de formação do parreiral, especialmente em condições de sequeiro, é importante que se evite a concorrência das plantas por água e nutrientes. Assim, recomenda-se que, nos dois ou três primeiros anos de vida, se faça o manejo de plantas de cobertura do vinhedo, mantendo as plantas de uva sempre coroadas ou toda a linha de plantio livre. Após este período e durante toda a fase de produção, este coroamento não é mais necessário, a não ser para facilitar práticas culturais, como as pulverizações (MELO et al., 2015).

Para viticultores orgânicos do Estado do Rio Grande do Sul, propõe-se como manejo de adubação verde: de janeiro a março, realizar análise e correção do solo, visando tanto a videira quanto para a cultura verde que será instalada; de março a maio, semear as plantas de cobertura de inverno, as quais serão manejadas no início da brotação da videira, com o uso do rolo faca; em dezembro, semear plantas de cobertura de verão, para reduzir a infestação de ervas espontâneas e aumentar a competição por água, contribuindo assim para aumentar a concentração de açúcares na uva que estará em fase final de maturação (MELO; SCHNEIDER, 2007). Em videiras conduzidas em espaldeira, os adubos verdes devem ser roçados quando atingirem a altura do primeiro fio de arame, evitando assim excesso de umidade junto aos cachos de uva (MELO; SCHNEIDER, 2007).

Melo; Schneider (2007) orientam que quando a rotação de adubos verdes em videiras passa a ser rotineira, é possível realizar a semeadura das plantas de inverno sem a movimentação do solo, fazendo-se a sobressemeadura a lanço destas sobre as plantas de cobertura de verão que estão no campo. No cultivo orgânico de uva niagara rosada, recomenda-se que no final do ciclo de produção, faça-se a sobressemeadura de um consórcio de sementes composto por 60 kg de ervilhaca e 120 kg de sementes de aveia por hectare sobre a vegetação existente na área, a qual é imediatamente roçada, fazendo-se a roçada da ervilhaca com a aveia na época da poda da uva (EMBRAPA, 2012).

Ao longo de 11 anos e nove safras, Faria et al. (2004) realizaram experimentos com a uva *V. vinífera* no Vale do Submédio São Francisco - PE, utilizando os adubos verdes crotalaria juncea e feijão de porco, e verificaram que essas espécies contribuíram para a melhoria das condições químicas do solo de 0 a 10 cm de profundidade, mas a melhoria na produtividade e na qualidade da uva produzida não foi consistente. Observaram também redução na produção de biomassa ao longo dos anos, devido ao sombreamento proporcionado pela videira que era conduzida em sistema de latada.

Wutke et al. (2005) avaliaram diferentes coberturas vegetais intercalares em sucessão em parreirais de niagara rosada em Indaiatuba e Jundiá – SP, concluindo que a cobertura morta tradicionalmente adotada nas ruas do parreiral (capim) pode ser substituída pelo cultivo de adubos verdes de outono-inverno (aveia-preta, chícharo ou tremoço) seguidos pelo cultivo de primavera-verão (mucuna anã), sem alterar o tamanho e dimensão das bagas e cachos.

Ao avaliarem feijão-de-porco, lablab e plantas espontâneas em parreirais da cultivar Isabel, irrigado e conduzido em sistema de latada, Campos et al. (2015) verificaram que a taxa de cobertura do solo e a produção de biomassa destas não foram influenciadas quando semeadas aos 25 ou aos 55 dias após a poda da videira, concluindo ainda que feijão-de-porco é a planta mais indicada para ser utilizada como adubo verde nesta cultura.

2.3.3 Espécies de adubos verdes implantadas para avaliação

2.3.3.1 Feijão guandu

O feijão guandu (*Cajanus cajan*) é uma planta da família Fabaceae, que provavelmente tem origem na Índia e na África Tropical ocidental. Possui ciclo anual, bianual ou semiperene, porte arbustivo ereto, com crescimento determinado ou indeterminado (WUTKE et al., 2014). É uma planta rústica, bianual, adaptando-se a uma ampla faixa de latitude (30°N a 30°S),

desenvolvendo-se melhor com temperaturas entre 18 e 30°C, precipitação de 500 a 1.500 mm anuais (WUTKE et al., 2014), mas sendo suscetível à geada (CALEGARI, 2018) e sensível ao fotoperíodo (QUEIROZ et al., 2007). Esta planta possui boa capacidade de rebrota, mas a ressemeadura natural não é suficiente (CALEGARI; CARLOS, 2014).

O feijão guandu possui um sistema radicular vigoroso, que se desenvolve bem em profundidade, proporcionando a capacidade de tolerar longos períodos de estiagem e romper camadas de solo compactado, sendo considerado um “subsolador biológico”, desenvolvendo-se bem em solos de baixa a média fertilidade e tolerando a presença de alumínio (WUTKE et al., 2014).

Apesar de o feijão guandu ter esta capacidade de romper camadas adensadas e não ter a densidade e comprimento de raízes influenciadas pela compactação do solo (JIMENEZ et al., 2008). Silva; Rosolem (2001) ao estudarem o crescimento radicular de várias espécies de adubos verdes (aveia, guandu, milheto, mucuna preta, sorgo granífero e tremoço) concluíram que ele não é o mais indicado como planta de cobertura em condições de solo compactados, por produzir pouca matéria seca e apresentar baixa densidade de raízes.

O feijão guandu é capaz de acumular biomassa mesmo em área degradadas pobres em fósforo (HERNANI; PADOVAN, 2014), pois apresenta alta capacidade de reciclar e liberar este nutriente de substâncias pouco solúveis (SILVA et al., 2014).

As cultivares de feijão guandu de ciclo perene e porte arbóreo (IAC Fava Larga e Kaki) produzem maior volume de biomassa e tem sistema radicular bem desenvolvido, enquanto a cultivar anã (IAPAR 43 Aratã) possui porte e ciclo menor, sendo por isso muito utilizada para consórcio com plantas perenes (WUTKE et al., 2014). Como as raízes do guandu anão podem não se desenvolver bem em solos muito compactados, em casos de alta compactação do solo, Calegari (2018) recomenda que se dê preferência ao uso do guandu de porte arbóreo.

O guandu arbóreo atinge uma altura de 3,5 m, floresce aos 150-180 dias, podendo ter ciclo anual, bianual ou semiperene (3 ou 4 anos) quando submetido à poda (WUTKE et al., 2014), e 1000 sementes pesam em torno de 100 gramas (ESPINDOLA et al., 2004). O feijão guandu é capaz de produzir de 1,2 a 1,8 t/ha de sementes, de 15 a 30 t/ha de massa verde e 5 a 18 t/ha de matéria seca, podendo fixar de 41 a 280 kg N/ha/ano (WUTKE et al., 2014).

O feijão guandu caracteriza-se como uma planta multiuso, podendo ser utilizada como adubo verde (mobilizadora de nutrientes, recuperadora e protetora do solo), como quebra vento ou sombreamento temporário, para a alimentação humana e animal e para a confecção de artesanato (WUTKE et al., 2014).

Um dos benefícios do uso do feijão guandu como adubo verde é o fato ser capaz de reduzir a população inicial de vários nematoides presentes no solo, como os das espécies *Pratylenchus brachyurus*, *Meloidogyne incognitae*, *M. javanica*, *Heterodera glycines* e *Rotylenchulus reniformis* (CALEGARI, 2018).

Calegari (2016) destaca também como vantagem do guandu, os efeitos alelopáticos que possui sobre plantas espontâneas. No entanto, Favero et al. (2001) verificaram que guandu, na fase inicial, apresenta menor capacidade de suprimir ervas espontâneas por ter um crescimento mais lento, mas que como é uma planta de porte arbustivo, esta capacidade vai sendo ampliada com aumento do sombreamento proporcionado.

Como adubo verde, respeitando-se as especificidades das mais diversas condições climáticas brasileiras, o feijão guandu pode ser semeado de setembro a março (CALEGARI, 2018) ou até em abril, com espaçamento de 40 a 50 cm entre linhas, com 10 a 20 sementes por metro linear, usando-se em média 50 kg de sementes/há (WUTKE et al., 2014).

2.3.3.2 Milheto

O milheto (*Pennisetum glaucum*) é uma planta da família Poaceae, originária provavelmente das savanas africanas (SALTON; KICHEL, 1998), que possui hábito de

crescimento tipo touceira ereta (PEREIRA FILHO et al., 2003). Adaptado ao clima tropical, o milho apresenta média resistência ao frio, mas é sensível à geada; Não tolera encharcamento, apresenta elevada resistência à seca, mas exige disponibilidade de, no mínimo, 30 mm de água para germinar, tendo como condições ideais, temperatura noturna entre 15 e 28 °C.

O peso de 1.000 sementes de milho varia de 8,1 a 8,4 gramas (PEREIRA FILHO et al., 2003). A planta floresce entre 60 e 90 dias e possui um ciclo total de 130 a 140 dias, produzindo em média por hectare, de 500 a 1.500 kg de sementes, de 23 a 50 toneladas de biomassa verde e de oito a 21 toneladas de biomassa seca, sendo um material de rápida decomposição por apresentar uma relação C/N baixa (WUTKE et al., 2014). Esta planta, quando cultivada no verão, pode atingir até quatro a cinco m de altura, mas como safrinha atinge no máximo dois m de altura, quando, por influência do fotoperíodo, floresce precocemente, aos 50 dias (WUTKE et al., 2014).

Além de ser uma cultura de fácil manejo e de produção de sementes (AMADO et al., 2014), Pereira Filho et al. (2003) destacam a possibilidade do cultivo do milho em sobressemeadura e a boa capacidade de perfilhamento que esta planta possui, sendo capaz de compensar a produção mesmo quando semeado em baixa densidade.

Esta planta adapta-se a solos pouco férteis, sendo pouco exigente em fósforo e medianamente tolerante ao alumínio (WUTKE et al., 2014), mas tem grande capacidade de ciclar nutrientes no solo, em especial potássio (de 200 a 400 kg/ha) (CALEGARI, 2018). Pereira Filho et al. (2003) consideram que o milho funciona como uma espécie recicladora de nutrientes, podendo como adubo verde, ser cultivado sem adubação em solos mais férteis.

O milho possui um sistema radicular fasciculado e profundo (PEREIRA FILHO et al., 2003), contribuindo para a melhoria da estrutura do solo (GUIMARÃES et al., 2013). Além desta capacidade como estruturador do solo e reciclador de nutrientes, o milho tem grande potencial como descompactador do solo (GUIMARÃES et al., 2013).

Considerando a produção de biomassa seca da parte aérea, a sensibilidade à compactação do solo e a densidade do sistema radicular, Silva; Rosolem (2001) estudaram o crescimento radicular de várias espécies de adubos verdes (aveia, guandu, milho, mucuna preta, sorgo granífero, tremoço) e concluíram que o milho é a planta de cobertura mais indicada em condições de solos com compactação subsuperficial.

Jimenez et al. (2008), estudando guandu, milho, gergelim (*Sesamum indicum*) e quinoa (*Chenopodium quinoa*), observaram que o milho produziu mais biomassa seca tanto na parte aérea quanto nas raízes, maior densidade e comprimento radicular em todas as camadas e densidades estudadas, podendo ser recomendada como descompactadora do solo.

O milho, destaca-se entre outros adubos verdes, por ser capaz de reduzir o nível dos fungos *Fusarium* e *Rhizoctonia* no solo e a população inicial de vários nematoides, como das espécies *Pratylenchus brachyurus*, *Meloidogyne incognita* M. *javanica*, *Heterodera glycines* e *Rotylenchulus reniformis* (CALEGARI, 2018).

Apresenta-se como uma planta multifuncional, podendo ser utilizada como cobertura do solo (adubação verde ou cobertura morta). Seus grãos podem ser utilizados para a produção de ração animal ou até consumidos por humanos (PEREIRA FILHO et al., 2003). Além disso, a planta também pode ser utilizada como forrageira para alimentação animal, pois possui 24 % de proteína bruta, permitindo até cinco pastejos (WUTKE et al., 2014).

O milho pode ser semeado de agosto a maio, mas o período ideal é de setembro a fevereiro (PEREIRA FILHO et al., 2003), podendo ser semeado a lanço ou, de preferência, em linhas (SALTON; KICHEL, 1998). O espaçamento recomendado varia de acordo com a finalidade do cultivo, variando de 15 (PEREIRA FILHO et al., 2003) a 20 cm (SALTON; KICHEL, 1998) entre linhas para a cobertura do solo; em torno de 40 cm entre linhas para a produção de forragens e de 50 (SALTON; KICHEL, 1998) até 80 cm entre linhas para a produção de grãos (PEREIRA FILHO et al., 2003). O consumo de sementes é menor para a

semeadura em linha e maior quando a lanço; assim, o consumo varia de 8 a 12 kg de sementes/ha para a produção de sementes e grãos, de 15 a 50 kg/ha para a produção de biomassa verde, sendo neste caso a densidade ideal de 150.000 a 175.000 plantas por hectare (PEREIRA FILHO et al., 2003).

O milheto como adubo verde pode ser cultivado solteiro ou consorciado com crotalária, nabo forrageiro, feijão guandu, trigo mourisco ou mucuna anã (WUTKE et al., 2014). O manejo do milheto deve ocorrer entre 50 e 60 dias de emergência, quando as plantas apresentam de 5 % a 10 % de emissão de pendão floral ainda incluso (PEREIRA FILHO et al., 2003).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Um conjunto de ferramentas metodológicas foi utilizado nesta pesquisa de avaliação participativa da qualidade do solo junto às unidades de observação instaladas em lavouras orgânicas de café e uva, submetidas ao consórcio com adubos verdes.

Nesse sentido, o termo unidade de observação refere-se um ambiente/local destinado à realização de observações/validação de resultados gerados em diferentes ambientes e épocas. Sua instalação pode ser feita em instituições de pesquisa ou em parceria com outras organizações, podendo contar com a colaboração de produtores e cooperativas.

A pesquisa foi de natureza aplicada, com abordagem qualitativa, adotando-se um sistema aberto e participativo de avaliação da qualidade do solo, tendo como base parte da metodologia “Sistema de Avaliação Rápida da Qualidade do Solo e Sanidade dos Cultivos”, proposta por Altieri e Nicholls (2002) e Nicholls et al. (2004), com a participação ativa de agricultores familiares da AGRIFAN em todas as etapas.

3.1 Procedimentos adotados na pesquisa

Visando sensibilizar os agricultores orgânicos para a pesquisa, a proposta foi apresentada e debatida durante as reuniões mensais da AGRIFAN, realizadas em abril e maio de 2016. Foram apresentados os principais resultados relativos ao artigo sobre sistemas de avaliação participativa de aspectos ambientais e produtivos em agroecossistemas com cafeeiro, publicado por Ferreira et al. (2009). Ao compreenderem que esta ação poderia contribuir para ampliar o conhecimento sobre o solo de suas próprias lavouras e outras opções de manejo, os agricultores aceitaram a proposta da instalação das unidades de observação de adubos verdes e a avaliação participativa da qualidade do solo.

Ficou acordada a instalação das unidades de observação em três propriedades de agricultores familiares de Andradas e Caldas, com o propósito de observar e avaliar a qualidade do solo das lavouras orgânicas de café ou de uva, e as alterações sofridas pelos mesmos quando submetidas ao consórcio com diferentes tipos de adubos verdes.

A definição das propriedades para a implantação das unidades baseou-se em:

- ✓ Agricultores familiares que adotassem o manejo orgânico há mais tempo;
- ✓ Propriedades localizadas em bairros diferentes, permitindo observar e avaliar lavouras e tratamentos em diferentes condições de altitude;
- ✓ Abertura dos agricultores para realizar ações coletivas em suas propriedades.

Ficou acordado também que o local para instalação das unidades de observação no interior das lavouras fosse definido pelos proprietários, tendo como referência: ser um talhão de fácil acesso, para facilitar a avaliação participativa; ser um talhão relativamente uniforme, permitindo a instalação, em sequência, de todos os tratamentos; ter um espaçamento que permitisse a entrada de luminosidade nas entrelinhas, possibilitando a semeadura e o adequado desenvolvimento dos adubos verdes; que a única prática diferente de manejo a ser adotado nas unidades de observação fosse a semeadura de adubos verdes, mantendo assim as outras práticas adotadas pelo agricultor no restante do talhão; que o plantio dos adubos verdes fosse realizado no início das chuvas (outubro /novembro de 2016), e assim, a avaliação participativa da qualidade do solo pudesse ocorrer em fevereiro /março de 2017.

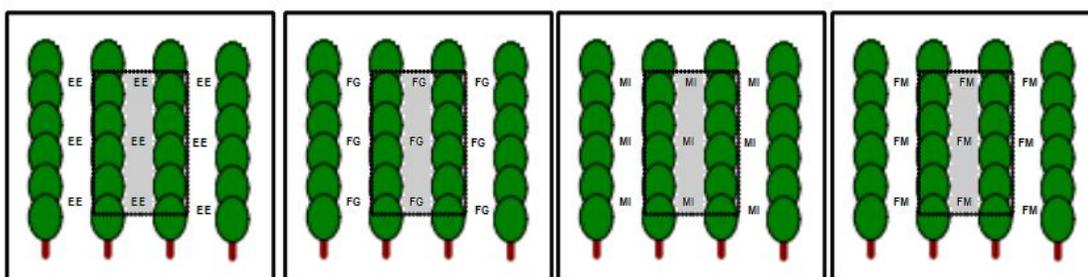
Na escolha das espécies de adubos verdes a serem consorciadas, levou-se em consideração a compatibilidade com as culturas avaliadas e as propriedades de cada espécie, destacando-se: que não tivesse hábito de crescimento volúvel; capacidade de produção de biomassa; plantas com sistema radicular e de famílias diferentes, sendo pelo menos uma leguminosa para contribuir na fixação biológica do nitrogênio; não ser hospedeira de nematoides. Optou-se pelo feijão guandu por ser leguminosa capaz de romper camadas adensadas e pela familiaridade que os agricultores envolvidos já tinham com esta espécie; e

pelo milho por ser uma gramínea com potencial para a melhoria da estrutura do solo e pela capacidade de reciclar potássio, nutriente importante para a produção de café e uva.

Cada uma das três Unidades de Observação foi instalada com quatro tratamentos cada:

- ✓ EE: Café ou Uva com ervas espontâneas;
- ✓ FG: Café ou Uva com feijão guandu (*Cajanus cajan*);
- ✓ MI: Café ou Uva com milho (*Pennisetum glaucum*);
- ✓ FM: Café ou Uva com consórcio de feijão guandu e milho.

Cada tratamento foi composto pela área de abrangência entre 24 plantas de café ou uva, dispostas em quatro linhas com seis plantas cada, sendo as duas linhas nas laterais e quatro plantas na extremidade, consideradas como bordadura. Assim, a área útil de cada tratamento abrangeu a área das oito plantas centrais de café ou uva (duas linhas com quatro plantas cada), conforme esquematizado na figura 1:



Legenda: - Café ou uva; - Área útil de cada tratamento;

EE – ervas espontâneas; FG – Feijão Guandu; MI – Milho; FM – Feijão guandu e milho

Figura 1: Esquema de montagem de cada unidade de observação, composta por quatro tratamentos, com área útil destacadas na parte central de cada parcela.

Para a instalação das unidades de observação nas lavouras, adotaram-se as seguintes práticas: nas áreas dos três tratamentos em que seriam cultivados os adubos verdes, realizou-se o manejo das ervas espontâneas presentes por meio de capina manual ou grade, de forma a permitir a sementeira; na mesma época, na área do tratamento com ervas espontâneas (testemunha), realizou-se somente a roçada das ervas presentes, sem qualquer movimentação do solo, por ser este o manejo adotado na rotina das propriedades.

Os adubos verdes foram semeados em linha, nas entrelinhas das lavouras, com pelo menos 0,5 m de distância das plantas de café ou uva, variando o número de linhas com o espaçamento e largura das plantas de cada lavoura e o adubo verde específico de cada tratamento. No tratamento EE, não foi semeado adubo verde; No tratamento FG, foi semeado feijão guandu, em linhas espaçadas entre si de 0,5 m, com 16 a 20 sementes por metro linear; No tratamento MI, foi semeado milho, em linhas espaçadas de 0,25m, com 55 a 60 sementes por metro linear; No tratamento FM, foram semeados feijão guandu e milho em consórcio, sendo: em linhas espaçadas entre si de 0,5m, cultivo consorciado, usando nove a onze sementes de feijão guandu e 25 a 30 sementes de milho por metro linear; e entre duas linhas com consórcio, foi inserida uma linha só com milho, mantendo assim o espaçamento inicial proposto de 0,5 m entre linhas para feijão guandu e 0,25 m entre linhas para o milho.

A relação dos indicadores de qualidade do solo propostos pela metodologia de Altieri; Nicholls (2002) e Nicholls et al. (2004) (estrutura; compactação e infiltração; profundidade do solo; estado dos resíduos orgânicos; cor, odor e teor de matéria orgânica; retenção de umidade; desenvolvimento de raízes; cobertura do solo; erosão; presença de invertebrados; atividade microbiológica) e adaptações feitas por pesquisadores no Brasil, foram apresentadas aos

agricultores da AGRIFAN e estes, baseados na realidade local, ajudaram a definir quais indicadores seriam avaliados, incluindo os parâmetros, presença de plantas indicadoras e sobre a diversidade de ervas espontâneas presentes. Os indicadores adotados na pesquisa e apresentados no formulário em anexo (Anexo A), foram sendo explicados com mais detalhes antes e durante as atividades de campo, com apresentação de práticas e estratégias que podem contribuir para a melhoria de cada indicador e a inter-relação entre eles. Neste processo de ampliação da compreensão de cada indicador formando subsídios a avaliação participativa, considerou-se o indicador profundidade do solo, como a profundidade do horizonte superficial do solo, mais rico em matéria orgânica, também denominada nesta ação como camada escura.

A avaliação da qualidade do solo nas três unidades de observação foi realizada de forma participativa, por meio de um trabalho integrado entre pesquisadora, agricultores e outros extensionistas, sempre procurando conciliar a agenda com atividades coletivas que já seriam desenvolvidas pelos agricultores, como reuniões ordinárias da associação e visitas de pares do Organismo Participativo da Avaliação da Conformidade – OPAC Orgânicos Sul de Minas. Os indicadores da qualidade do solo foram avaliados de maneira comparativa, avaliando-se as áreas tratadas com os diferentes tipos de plantas de cobertura adotadas em cada unidade de observação, em um mesmo momento. Em todas as unidades de observação, foram atribuídos valores de zero a dez para cada indicador de qualidade do solo em cada tratamento, considerando-se próximo a zero, quando a qualidade do solo estivesse no nível baixo (relacionado a manejo não adequado), próximo a cinco como médio, e próximo a dez quando o solo estivesse indicando condição desejável ou ideal. Posteriormente, os resultados obtidos para cada indicador em cada unidade de observação foram apresentados em conjunto, em gráficos do tipo radar, visando facilitar a interpretação e a visualização de quais tipos de manejo e coberturas vegetais contribuíram positiva ou negativamente para a qualidade do solo.

Para avaliar a produção de biomassa fresca e seca, com o auxílio de um gabarito e tesoura de aparar, as plantas (ervas espontâneas, feijão guandu, milho e consórcio de feijão guandu e milho) de uma área de 0,5 m² da parcela útil de cada tratamento foram cortadas rente ao solo, retirando-se amostras que foram embaladas em sacos plásticos e levadas para o laboratório, sendo então pesadas para a determinação da biomassa fresca. No Laboratório de Análises Teixeira & Filhos – Andradas-MG, as amostras foram homogeneizadas e levadas para secar em estufa de ventilação forçada à 65°C, até atingirem peso constante. Determinou-se então a biomassa seca de cada tratamento e a produtividade em kg/ha.

Foi oportunizada aos agricultores familiares envolvidos nesta pesquisa, a participação em atividades de ATER realizadas (visita, reunião, unidade de observação, descoberta técnica, palestra, oficina, curso, excursão), visando ampliar a construção do conhecimento agroecológico, em especial sobre adubação verde, manejo de plantas de cobertura e sobre indicadores de avaliação da qualidade do solo e suas inter-relações.

Entre as técnicas grupais de ATER realizadas se destacam: a descoberta técnica, que consiste em oportunizar, por meio da experimentação, reflexão e descoberta, a construção e consolidação de um conhecimento construído pelo próprio grupo, num trabalho que estimula o potencial investigativo e integra os conhecimentos do extensionista e dos agricultores, numa efetiva complementariedade de saberes. A oficina se constitui em uma reunião de trabalho em que são debatidas questões de interesse comum do grupo, discutindo problemas, potencialidades e experiências, propondo soluções e, após consenso, conclui-se com o encaminhamento para ações de curto e médio prazo, sendo muito utilizada em atividades de planejamento coletivo (RUAS et al., 2006).

Os materiais e equipamentos utilizados na pesquisa foram: arame; peróxido de hidrogênio a 10 volumes (água oxigenada), papel, caneta, roçadeira, sementes de feijão guandu (cultivar IAC Fava Larga), sementes de milho (cultivar BRS 1501), enxada, enxada, trator, grade, matraca, trena, estaca, fitilho, água, pote plástico, sacos plásticos, computador, gabarito

de 0,5m², tesoura de aparar, balança e estufa (terceirizado).

A pesquisa teve a participação da pesquisadora, apoio de estagiário e de extensionista do escritório local de Andradadas e da coordenação regional da Emater-MG, agricultores do município de Andradadas, Caldas e Poços de Caldas, contando com a participação e engajamento dos agricultores associados da AGRIFAN em todas as fases, em especial na definição dos indicadores, no plantio e na efetiva avaliação participativa da qualidade do solo nas unidades de observação.

Algumas dificuldades operacionais atrasaram o processo e alteraram o direcionamento proposto para esta pesquisa participativa. Na fase inicial de implantação, foi difícil conciliar as condições climáticas adequadas para plantio com a agenda da pesquisadora e dos agricultores, fazendo com que sementeira dos adubos verdes fosse realizada no início de dezembro e somente em duas unidades de observação em lavouras de café, ficando a outra Unidade de Observação, para ser implantada somente após a colheita da uva, que ocorreria entre janeiro e fevereiro. Além disso, as sementes dos adubos verdes que haviam sido adquiridas em revenda no interior de São Paulo, com garantia de 80 e 70% de germinação para feijão guandu e milho, respectivamente, apresentaram germinação totalmente comprometida, obrigando a pesquisadora conseguir outras sementes, atrasando ainda mais a pesquisa. Com o apoio de pesquisadores do Instituto Agrônomo de Campinas – IAC, conseguiram-se outras sementes de feijão guandu e milho, que apresentaram, respectivamente, 99 e 100% de germinação no teste realizado (Figuras 2 e 3). Assim, a efetiva sementeira dos adubos verdes nas Unidades de Observação somente foi possível em janeiro e fevereiro de 2017, com a avaliação participativa da qualidade do solo, sendo realizada somente em maio e junho.



Figura 2: A: Sementes de feijão guandu, cultivar IAC Fava Larga; B: Teste de germinação.



Figura 3: A: Sementes de milho, cultivar BRS 1501; B: teste de germinação.

3.2 Caracterização das unidades de observação

As unidades de observação foram instaladas em três propriedades de agricultores familiares orgânicos vinculados à AGRIFAN, sendo duas localizadas no município de Andradadas e a outra em Caldas.

Andradadas e Caldas localizam-se na região Sul do Estado de Minas Gerais, microrregião de Poços de Caldas. De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima predominante

é o tipo Cwb, denominado temperado chuvoso (mesotérmico) ou tropical de altitude, em que a temperatura média do mês mais quente é inferior a 22° C. Caracteriza-se pelo inverno seco e verão ameno, com pluviosidade média anual entre 1.550 e 1.600 mm (ANTUNES, 1986). Os solos predominantes são o Neossolo Litólico e o Argissolo Vermelho Amarelo (FERNANDES et al., 2013).

Com uma área geográfica de 464,7 km², uma altitude que varia de 865 a 1.657 m, o município de Andradas possui 2.800 agricultores familiares. A produção agropecuária é muito diversificada, destacando-se o cultivo de café, milho, feijão, batata, tomate, abobrinha, brócolis, alface, banana, uva, rosas e outras flores de corte e a bovinocultura de leite e mista (EMATER-MG, 2018a).

O café, principal atividade agrícola do município de Andradas, ocupa uma área de 9.500 ha (EMATER-MG, 2018a), sendo todo da espécie *Coffea arabica*, com predomínio dos cultivares Mundo Novo e Catuaí, em sistema convencional de produção. As lavouras de café estão localizadas entre 880 e 1400 m de altitude. A maioria das lavouras de café são cultivadas em espaçamentos tradicionais ou, no máximo, medianamente adensado, predominando o espaçamento entre covas de 3 x 2 m (duas plantas por cova) nas lavouras mais antigas, e espaçamento de 3 x 1 m (uma planta por cova) nas lavouras mais novas.

Os oito agricultores familiares orgânicos certificados em Andradas são associados da AGRIFAN, e tem o café como principal produto. Duas propriedades estão localizadas em altitudes em torno de 900 metros (Bairros Cambuí e Capão do Mel) e as demais no Bairro Serra dos Lima, com altitude média de 1200 m, região reconhecida pelo potencial para a produção de cafés especiais.

Com uma área geográfica de 711,4 km², uma altitude que varia de 960 a 1800 m, o município de Caldas possui 2.212 agricultores familiares. A produção agropecuária é diversificada, predominando a bovinocultura de leite e mista e a produção de milho, feijão, batata doce, mandioquinha salsa, batata, uva e café (EMATER-MG, 2018b).

Em Caldas, o café ocupa uma área de 1401 ha e a uva 97 ha, sendo que mais de 50 % desta é destinada a produção de vinho (EMATER-MG, 2018b). A uva mais cultivada no município é da espécie *Vitis labrusca*, das cultivares folha de figo, niagara branca e rosada. A maioria das lavouras de uva é cultivada em espaçamentos tradicionais (2,0 x 2,0 e 2,0 x 1,5 m) e condução em espaldeira.

O único agricultor orgânico certificado do município de Caldas é associado da AGRIFAN, e produz uva, amora, plantas medicinais e olerícolas.

3.2.1 Unidade de Observação 1

A unidade de observação 1 foi instalada no Sítio Terra Viva – Bairro Cambuí – Andradas - MG. A propriedade possui 13,98 ha, é própria (agricultora familiar, sócia da AGRIFAN desde a fundação), recebida em herança em 1985, pertencendo à família há mais de 100 anos.

Na propriedade, há produção de café e olerícolas orgânicas, com produção paralela de bovinos de corte. Adotou manejo orgânico em partes da propriedade em 2002, obtendo uma produtividade média nos últimos quatro anos de 14,3 sacas de café orgânico por hectare.

A certificação orgânica ocorre de forma grupal, por auditoria pelo IBD e participativa pelo OPAC Orgânicos do Sul de Minas, todas via COOPFAM, por meio da qual também ocorre a certificação para o comércio justo. A propriedade é avaliada por dois mecanismos de avaliação da conformidade orgânica para garantir acesso ao mercado internacional de café, uma vez que os países importadores não aceitam a sistema participativo adotado no Brasil, exigindo a certificação por auditoria. Como a COOPFAM adota certificação por auditoria somente para o café, torna-se necessária a certificação participativa para garantir a comercialização das hortaliças orgânicas.

A proprietária teve experiência anterior com adubação verde em 2007 e 2008, pelo Programa Banco Comunitário de Sementes de Adubos Verdes, do MAPA, em parceria com a Emater-MG, consorciando com café a crotalaria juncea e o feijão de porco e utilizando feijão guandu como sombreamento temporário e barreira vegetal. Não continuou adotando adubação verde pela pouca mão de obra disponível, por considerar o uso da torta de mamona mais prático e eficiente para a lavoura de café. Em 2016, começou a produzir olerícolas orgânicas, utilizando plantas de adubação verde como o feijão guandu e girassol, como barreira vegetal.

A unidade de observação 1 foi instalada em um talhão de 2.700 plantas de café da cultivar Catuaí Vermelho, espaçamento 3 x 1 m, manejado sem agrotóxicos desde a formação em 2012, mas convertido a orgânico somente em 2013. O talhão é localizado na coordenada S22°05'45,96" e W46°36'19,14", altitude 856 metros, topografia ondulada, exposto para a face Noroeste. A vegetação espontânea é composta quase que exclusivamente de capim braquiária (*Urochloa* (Syn. *Brachiaria*) *decumbens*), manejada por meio de roçadas periódicas, evitando-se deixar o capim sementear, direcionando a biomassa para a projeção da copa do cafeeiro.

A última análise química de solo realizada pela produtora neste talhão de café foi em julho de 2016, com amostra enviada ao Laboratório da Fundação PROCAFÉ – Varginha, MG, analisada segundo metodologia preconizada pelo PROFFERT-MG–Programa Interlaboratorial de Controle de Qualidade de Análise de Solo de Minas Gerais (PROFERT-MG, 2005), apresentando como resultados: pH H₂O = 6,5; teor de matéria orgânica = 3,14 dag kg⁻¹; teores de nutrientes obtidos pelo extrator Mehlich 1, em mg dm⁻³: P = 42,32, K = 212, Zn = 4,6, Fe = 126,4, , Mn = 63,9, Cu = 2,6; teor de B pelo extrator água quente = 0,2 mg dm⁻³; teor de S obtido pelo extrato fosfato monocálcico em ácido acético = 11,3 mg dm⁻³; teores de nutrientes obtidos pelo extrator KCl 1 mol L⁻¹, em cmolc dm⁻³: Ca = 5,27, Mg = 0,72, Al = 0,00, H + Al = 2,02 e Capacidade de Troca Catiônica a pH 7 = 8,56; índice de saturação de bases = 76,4 %.

Realizaram-se três adubações anuais de cobertura na lavoura de café, sendo uma com 150 gramas de farinha de carne e ossos e mais duas adubações com 300 gramas cada de torta de mamona por planta, e uma adubação com cinco gramas de bórax por planta. Estas adubações corresponderam a aplicação anual de 500 quilogramas de farinha de carne e ossos, duas toneladas de torta de mamona e 17 quilogramas de bórax por hectare. Geralmente ocorre ataque de broca do café (*Hypothenemus hampei*), mas foi realizado somente o manejo cultural, por meio de colheita bem feita, não se realizando neste ano nenhuma pulverização na lavoura.

O preparo do solo das entrelinhas do café para semeadura dos adubos verdes foi feito com uso de trator e grade, finalizando-se o serviço com enxada. Em dezembro de 2016, fez-se a primeira semeadura dos adubos verdes, no entanto as sementes não germinaram. Assim, a efetiva instalação da Unidade de Observação 1 somente ocorreu em janeiro de 2017, por meio de semeadura manual realizada em linhas, semeando-se em cada entrelinha de cafeeiros, duas linhas para o feijão guandu e/ou três linhas de milheto, conforme o tratamento. Logo após a germinação, plantas de feijão guandu foram atacadas por formigas, comprometendo totalmente os resultado do tratamento Feijão Guandu e parcialmente os resultados do tratamento Feijão Guandu + Milheto.

3.2.2 Unidade de Observação 2

A unidade de observação 2 foi instalada no Sítio Alto Alegre – Bairro Serra dos Lima – Andradas, MG. A propriedade possui uma área total de 4,76 ha, pertence a dois irmãos (Agricultores familiares, sócios da AGRIFAN desde a fundação) e foi recebida em herança há 47 anos, quando também herdaram mais quatro pequenas propriedades, totalizando uma área 14,55 ha, onde cultivam um total de 8,8 ha de café. Dedicam-se exclusivamente à produção de café orgânico, tendo convertido as lavouras para este sistema em 2001, obtendo uma produtividade média nos últimos quatro anos de 23,6 sacas de café orgânico por hectare.

As cinco propriedades destes dois agricultores são certificadas pelo Certificaminas Café, e a certificação orgânica ocorre de forma grupal pelo IBD, via COOPFAM, por meio da qual também são certificadas para o comércio justo.

Os proprietários tiveram experiência anterior com adubação verde em 2007 e 2008, com sementes cedidas pelo Programa Banco Comunitário de Sementes do MAPA, em parceria com a Emater-MG, consorciando crotalaria juncea e feijão guandu com café. Relatam que foi difícil formar o feijão guandu devido ao ataque de formigas, e não continuaram adotando esta prática pela dificuldade de mão de obra e tempo.

A unidade de observação 2 foi instalada em talhão de café, implantado em 1.976 com a cultivar Mundo Novo, mas que aos poucos foi sendo substituído por plantas de Catuai Vermelho, que atualmente predomina; espaçamento de 3,0 x 1,5m, nas coordenadas geográficas S22°10'27,95" e W46°02,6'06,46", altitude de 1.202 metros, topografia suave ondulada, mais exposta para a face Sudeste. O manejo da vegetação espontânea, que é muito diversificada, é realizado principalmente com roçadeira manual motorizada.

A última análise química de solo realizada pelos produtores neste talhão de café foi em 20 de junho de 2016, por meio de amostra enviada ao Laboratório da Fundação PROCAFÉ – Varginha, MG, analisada segundo metodologia preconizada pelo PROFFERT-MG (PROFFERT-MG, 2005), apresentando como resultados: pH H₂O = 5,4; teor de matéria orgânica = 3,84 dag kg⁻¹; teores de nutrientes obtidos pelo extrator Mehlich 1, em mg dm⁻³: P = 4,63, K = 42, Zn = 3,7, Fe = 65,0, Mn = 39,8, Cu = 0,6; teor de B pelo extrator água quente = 0,6 mg dm⁻³; teor de S obtido pelo extrato fosfato monocálcico em ácido acético = 7,8 mg dm⁻³; teores de nutrientes obtidos pelo extrator KCl 1 mol L⁻¹, em cmolc dm⁻³: Ca = 3,69, Mg = 0,49, Al = 0,20, H + Al = 3,81 e Capacidade de Troca Catiônica a pH 7 = 8,09; e, índice de saturação de bases = 53,0 %.

Realizaram-se três adubações anuais de cobertura na lavoura: uma com 300 gramas de farinha de carne e ossos, uma com 300 gramas de torta de mamona e 150 gramas de cinzas; e uma com 450 gramas de torta de mamona por cova. Como fonte de micronutrientes, foram aplicados cinco gramas de bórax e cinco gramas de sulfato de zinco por cova. Estas adubações corresponderam a aplicação anual de 666 quilogramas de farinha de carne e ossos, 1666 quilogramas de torta de mamona, 333 quilogramas de cinza, 11 quilogramas de bórax e 11 quilogramas de sulfato de zinco por hectare. Há muitos anos, não se realiza calagem. A lavoura não apresenta sérios problemas sanitários, sendo rara a realização de alguma pulverização, o que não foi necessário neste ano.

Para o preparo do solo das entrelinhas do café para semeadura dos adubos verdes, foram utilizados trator e grade (próprios), finalizando-se o serviço com enxada. Em dezembro de 2016, realizou-se a semeadura dos adubos verdes com o uso da matraca, mas as sementes não germinaram. Assim, a efetiva instalação da Unidade de Observação 2 somente ocorreu em janeiro de 2017, com semeadura manual realizada em linhas, pois o excesso de umidade do solo inviabilizou o uso da matraca. Pelo espaçamento da lavoura e a largura da copa do cafeeiro, foi possível semear em cada entrelinha, duas linhas de feijão guandu e/ou três linhas de milho, conforme o tratamento.

3.2.3 Unidade de Observação 3

A unidade de observação 3 foi instalada no Sítio Coqueiral - Bairro Ponte dos Negros–Caldas, MG. O agricultor é familiar, sócio da AGRIFAN desde 2014 e cultiva uma área de 9,68 ha em sistema de comodato, cedida pelos pais, pertencendo à família há 20 anos. A propriedade é manejada organicamente desde 2013, com adoção de práticas biodinâmicas desde 2014.

A propriedade possui produção orgânica de uva, amora preta, olerícolas e plantas medicinais, bem como a produção artesanal de suco de uva e geleia de uva e amora. A produtividade média efetiva da uva orgânica nos últimos dois anos foi de 715 kg/ha, pois teve

áreas com perdas de até 70 %, devido ao ataque de aves. A certificação orgânica ocorre de forma grupal, sendo participativa pela OPAC Orgânicos do Sul de Minas, via COOPFAM.

A adubação verde é adotada na propriedade desde 2013, tendo experiência com o cultivo e produção de sementes para uso próprio de várias espécies de plantas, como: feijão guandu, crotalárias (*juncea*, *espectabilis* e *ochroleuca*), mucuna preta e cinza, nabo forrageiro, feijão de porco, feijão maravilha (que também é conhecido como feijão cavalo ou feijão espada), girassol gigante. No entanto, nunca tinha sido cultivado milho na propriedade.

A unidade de observação 3 foi instalada em um talhão de uva (*V. labrusca*) cultivar Folha de Figo, sobre porta enxerto IAC 176, plantada em 2011, com espaçamento de 3,0 x 1,0 m, nas coordenadas geográficas S21°56'00,76" e W46°18'31,44", altitude de 1.092 metros, exposta para a face Nordeste. A vegetação espontânea presente é quase que exclusivamente braquiária decumbens, a qual é manejada periodicamente com roçadeira manual motorizada, evitando deixa-la sementear e mantendo-se uma faixa na linha das videiras sempre capinada.

A última análise química de solo realizada pelo produtor neste talhão de uva foi em agosto de 2015, com amostra enviada ao Laboratório de Análises de Solo da Universidade Federal de Lavras – Lavras, MG, analisada segundo metodologia preconizada pela EMBRAPA (SILVA, 2009), apresentando como resultados: pH H₂O = 6,6; teor de matéria orgânica = 1,52 dag kg⁻¹; teores de nutrientes obtidos pelo extrator Mehlich 1, em mg dm⁻³: P = 29,11, K = 102; teor de B pelo extrator água quente = 0,24 mg dm⁻³; teores de nutrientes obtidos pelo extrator KCl 1 mol L⁻¹, em cmolc dm⁻³: Ca = 3,70, Mg = 0,80, Al = 0,00, H + Al = 1,36 e Capacidade de Troca Catiônica a pH 7 = 6,12; e, índice de saturação de bases = 77,80 %.

Adotou-se como adubação anual da videira 200 gramas de termofosfato por cova (o que corresponde a 666 quilogramas de termofosfato por hectare), duas pulverizações foliares com biofertilizante, uma pulverização com biofertilizante de urina de vaca e uma pulverização com Rocksil®⁸, realizando também aplicação de preparados biodinâmicos⁹: uma vez com Preparado Chifre-esterco (500), duas vezes com Preparado Chifre-sílica (501) e uma aplicação do Fladen¹⁰ sobre a biomassa roçada para compostagem laminar. Para quebra de dormência da videira, aplicou, logo após a poda, Bioalho®¹¹ a 5%.

A propriedade não possui trator, sendo o preparo do solo das entrelinhas da videira para semeadura dos adubos verdes realizada de forma manual, primeiro utilizando roçadeira motorizada, depois concluindo o preparo com enxadão e enxada.

Em fevereiro de 2017, fez-se a semeadura dos adubos verdes, usando-se a matraca para semear o feijão guandu e realizando-se a semeadura manual do milho. Considerando-se o espaçamento da lavoura e que a produção da uva já tinha sido colhida, foi possível fazer a semeadura, em cada entrelinha, de 3 linhas para o feijão guandu e/ou 5 linhas de milho, conforme o tratamento.

⁸Produto comercial composto por terra mineral, utilizado como fonte de silício, visando aumentar resistência de plantas ao ataque de pragas e doenças e o manejo sanitário da lavoura (ROCKSIL®, 2018).

⁹ São os elementos centrais da agricultura biodinâmica, desenvolvida por Rudolf Steiner. O Preparado chifre esterco (500) é direcionado ao solo e às raízes, favorecendo maior atividade biológica, desenvolvimento vegetativo e as relações de simbiose da rizosfera; O Preparado chifre-sílica (501) é direcionado às plantas, favorecendo o processo de maturação, concentração de forma, sabor e cor, fomentando a qualidade nutritiva das plantas e a resistência à doenças; os preparados de número 502 a 507 são inoculados em composto e outros adubos orgânicos, visando aperfeiçoar os processos de fermentação e decomposição (KLETT, 2012; THUN, 1986; VIDAL; JOVCHELEVICH, 2017).

¹⁰Fladen é um preparado acessório da agricultura biodinâmica, proposto por Maria Thun; é elaborado com esterco fresco, basalto, casca de ovos e os preparados biodinâmicos de composto 502 a 507, sendo utilizado para compostagem laminar, estimulando o metabolismo do solo, ativando os microrganismos, proporcionando melhor decomposição da matéria orgânica e a estruturação do solo (THUN, 1986; VIDAL; JOVCHELEVICH, 2017).

¹¹Bioalho® (extrato de alho, Natural Rural S.A.), produto natural obtido da extração a frio do extrato de alho por prensagem, sendo totalmente solúvel em água (BOTELHO; MÜLLER, 2007).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação participativa da qualidade do solo nas Unidades de Observação

4.1.1 Unidade de Observação 1

A avaliação participativa da qualidade do solo na Unidade de Observação 1 foi realizada durante a visita de pares do OPAC Orgânicos Sul de Minas na propriedade, em maio de 2017, aos 115 dias após a semeadura dos adubos verdes na lavoura de café. Além da pesquisadora e da proprietária, a avaliação contou com a participação de mais dois agricultores da AGRIFAN, dois agricultores externos, sendo um deles também estudante de agronomia, num total de seis pessoas (Figura 4).



Figura 4: Fotos da Unidade de observação 1, apresentadas da esquerda para a direita: Preparo do solo para semeadura dos adubos verdes, em 10 de janeiro de 2017; Plantas de feijão guandu aos 11 dias após semeadura (Tratamento Feijão Guandu + Milheto); Avaliação participativa do desenvolvimento da raiz do milheto e presença de invertebrados em 5 de maio de 2017 (Tratamento Milheto).

No tratamento Feijão Guandu, todas as plantas dessa leguminosa foram dizimadas por formigas cortadeiras, logo nos primeiros dias de formação, inviabilizando a avaliação. Durante a avaliação participativa da unidade de observação, ao tomarem conhecimento do fato, os agricultores lembraram que, durante a reunião da AGRIFAN em que se negociou a realização desta pesquisa, a dificuldade de formação do feijão guandu devido ao ataque de formigas já havia sido levantada, baseado em experiências anteriores que alguns agricultores tinham com esta espécie. Com relação às pragas, Vieira et al. (2001) consideraram o caruncho (*Acanthoscelides obtectus*; *Callosobruchus* sp.) e a formiga saúva (*Atta* spp.) como as pragas mais preocupantes para o cultivo de feijão guandu no Brasil.

Esta suscetibilidade ao ataque de formigas cortadeiras foi confirmada por Azevedo et al. (2008), que ao avaliarem a entomofauna associada ao feijão guandu, observaram que as formigas dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex* são as mais danosas para a cultura, especialmente quando o ataque ocorre na fase inicial, podendo causar perdas significativas. É relevante destacar que estes mesmos autores encontraram 58 espécies de insetos associadas ao feijão guandu, mas a grande maioria delas em baixa densidade, demonstrando assim, que apesar de ser suscetível às formigas, o feijão guandu possui grande importância para o incremento da biodiversidade nos agroecossistemas.

Ainda com relação ao ataque de formigas, em toda a unidade de observação verificou-se que elas não atacaram a lavoura de café nem as plantas de milheto, e que no tratamento Feijão Guandu + Milheto, o ataque ao feijão guandu foi em menor grau que no tratamento Feijão Guandu solteiro, fato que foi atribuído à maior diversidade de espécies presentes no consórcio. Considerando que restaram cerca de 30 % das plantas de guandu no tratamento Feijão Guandu + Milheto, realizou-se a avaliação participativa deste da forma como estava previamente programado.

No Gráfico 1, apresenta-se uma visão geral da qualidade do solo observada em cada tratamento avaliado, com a consolidação dos valores atribuídos para cada indicador durante a avaliação participativa da Unidade de Observação 1.

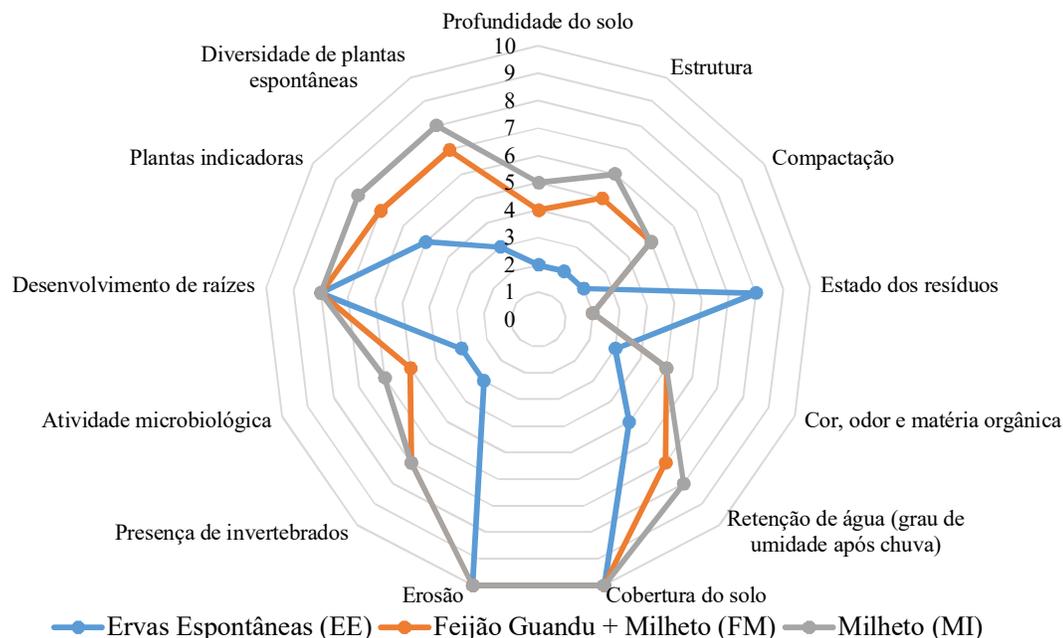


Gráfico 1. Consolidação dos valores atribuídos, em 05 de maio de 2017, para os 13 indicadores avaliados nos três tratamentos, durante a avaliação participativa da qualidade do solo na Unidade de Observação 1, instalada em lavoura de café orgânico.

Todos os três tratamentos avaliados (Ervas Espontâneas, Milheto e Feijão Guandu + Milheto) não apresentaram sinais visíveis de erosão e apresentaram uma boa cobertura de solo, apresentando ainda condições médias e semelhantes para o desenvolvimento de raízes.

O tratamento Ervas Espontâneas foi o melhor avaliado para o estado de resíduos, apresentando materiais em vários estágios de decomposição, o que foi justificado pelo solo não ter sofrido movimentação, pois a vegetação foi somente roçada, reduzindo a velocidade de decomposição da biomassa. Além disso, a erva espontânea predominante é a braquiária decumbens, planta que apresenta uma biomassa mais resistente à decomposição. Segundo Calegari (2014), o fato da braquiária produzir uma biomassa que se decompõe mais lentamente propicia que solo fique coberto e protegido por mais tempo e que também sofra menor amplitude termica.

Os indicadores profundidade do solo, estrutura, compactação, cor e odor apresentaram condições bastante semelhantes nos tratamentos Milheto e Feijão Guandu + Milheto, recebendo ambos notas próximas a médias; ao passo que o tratamento Ervas Espontâneas apresentou os piores resultados para estes indicadores, com a coloração mais vermelha, estrutura mais dura, com os torrões se rompendo em faces mais lisas e retas e não de forma granulada, apresentando também um cheiro desagradável, mais azedo. Primavesi (2009b) destaca que em solos argilosos como o encontrado nesta área, situações em que ocorre reduzida agregação e que os torrões se rompem sem manter a estrutura, indicam que o solo está compactado, com estrutura comprometida e com menor capacidade de resposta à adubação sintética. Esta mesma autora complementa que a recuperação de solos nesta condição depende de práticas como a adubação verde em forma de coquetel, utilizando cinco a sete espécies diferentes, combinando plantas

que produzam muita biomassa e, especialmente, plantas que tenham a capacidade de romper camadas compactadas, como o feijão guandu e a crotalaria juncea. Com relação ao cheiro, Penning et al. (2015) classifica solos como este com cheiro azedo desagradável, como um solo pobre, com aeração e atividade biológica comprometida e Primavesi (2009b) esclarece ainda que isto indica solos mais compactados, em que a matéria orgânica está se decompondo em condições de anaerobiose.

Com relação a retenção de água, a proprietária informou aos participantes que, naturalmente, o solo desta lavoura é mais seco que de outras, sendo debatido que além da cobertura do solo, o que pode estar contribuindo para esta situação é exposição da mesma, pois é “batedeira”. Neste sentido, compreende-se que as encostas expostas para o Norte, popularmente mais conhecidas também como “Vertente”, “Encosta” ou “Face Soalheira” (FERREIRA et al., 2012), recebem maior incidência direta de sol, sendo mais aquecidas e apresentando tendência a ter um microclima com menor umidade relativa (IBC, 1986). As encostas voltadas para o Oeste são naturalmente mais quentes, pois recebem sol na parte da tarde, não sendo por isso as mais indicadas para o cultivo do café. Ao avaliar a influência da sazonalidade e da marcha diária do Sol associada à orientação nas quatro faces de exposição, observa-se que a face Noroeste da encosta Soalheira é a mais quente, apresentando normalmente o solo mais duro e ressecado, aumentando a probabilidade do cafeeiro apresentar problemas no crescimento das raízes e na parte aérea (FERREIRA et al., 2012).

Apesar destas considerações em relação à face de exposição, durante a avaliação participativa, observou-se ao tato uma diferença bastante significativa proporcionada pelas plantas de cobertura: o solo do tratamento Ervas Espontâneas, formado quase que exclusivamente por braquiária decumbens, estava muito mais seco que o solo dos outros tratamentos. Observou-se ainda que o solo do tratamento Milheto estava mais úmido que o Feijão Guandu + Milheto. Os avaliadores consideraram que o capim braquiária reduz a umidade do solo, em relação às demais plantas de cobertura avaliadas. Com relação à ação da braquiária sobre os atributos do solo, Rocha (2014) verificou em sua pesquisa que, em condição de sequeiro como a desta unidade de observação, a braquiária decumbens manejada nas entrelinhas reduz a retenção de umidade de forma a competir com o cafeeiro por água, contribuindo para o déficit hídrico da cultura, podendo reduzir em até 42% a produtividade da lavoura cafeeira.

Observou-se a presença de invertebrados (cupins e formigas, bem como a abertura de algumas galerias) e efervescência após aplicação da água oxigenada, indicando boa atividade microbiana nos solos dos tratamentos Milheto e Feijão Guandu + Milheto, recebendo ambos valores entre médio e alto. Estes valores foram mais que o dobro dos atribuídos ao tratamento Ervas Espontâneas, indicando que o cultivo dos adubos verdes contribuiu efetivamente para a melhoria das condições biológicas do solo.

As formigas e os cupins são considerados, entre outros invertebrados, como bons bioindicadores da qualidade do solo. Além de distribuir matéria orgânica no solo, os cupins constroem galerias subterrâneas, modificando a fertilidade do solo, promovendo a circulação de água e gases no solo e criando habitats para outros organismos. Já as formigas contribuem para manter ou restaurar qualidade do solo, pois redistribuem partículas, nutrientes e matéria orgânica, aumentando a porosidade e a aeração do solo e a infiltração de água. A família Formicidae é a que predomina na maioria dos ecossistemas, observando-se maior diversidade de espécies, quando ocorre grande diversidade e complexidade na vegetação; por outro lado, quando ocorre pouca diversidade vegetal, há dominância de somente uma ou poucas espécies. Algumas pesquisas apontam também que as formigas podem estar relacionadas a concentração de fósforo e potássio no solo (WINK et al., 2005).

Com relação às plantas espontâneas, observou-se maior diversidade e espécies que indicam melhores condições de fertilidade química e física do solo nos tratamentos Milheto e Feijão Guandu e Milheto, com uma situação melhor no tratamento Milheto. No tratamento

Ervas Espontâneas, predominou a braquiária decumbens, mas observou-se a presença de algumas plantas de mais três espécies de espontâneas: picão preto (*Bidens* sp.), erva de são joão (*Ageratum conyzoides*) e uma que agricultores denominaram de branquinho, mas que popularmente é mais conhecida como apaga fogo (*Althernanthera tenella*). No tratamento Milheto observou-se branquinho ou apaga fogo, erva de são joão, braquiaria decumbens e trapoeraba (*Commelina benghalensis*). No tratamento Feijão Guandu + Milheto, observou-se branquinho ou apaga fogo, erva de são joão, picão preto, braquiária, capim pé de galinha (*Eleusine indica*) e um cipó, que aparenta ser da família da corda de viola (*Ipomoea* sp.).

Das plantas observadas, os agricultores presentes reconheciam picão preto como indicadora de solos de média fertilidade, sugerindo um solo que está recuperando suas características químicas; trapoeraba como indicativo de terras com melhores condições de umidade do solo; capim pé de galinha como indicadora de terra com reduzida fertilidade. Para Marques et al. (2013), trapoeraba é uma planta que ocorre somente em solos férteis, sombreados e com boa umidade. Primavesi (2009a) considera capim pé de galinha como indicadora de solos férteis, porém muito compactados, e Primavesi (2009a) identifica corda de viola como indicadora de deficiência de K e B e confirma a opinião dos agricultores, ao considerar picão preto como indicadora de um solo razoável, ou seja, de média fertilidade.

Foram obtidas as seguintes médias gerais dos valores atribuídos para os 13 indicadores da qualidade do solo de cada tratamento avaliado: 5,0 para tratamento Ervas Espontâneas (testemunha), 6,8 para tratamento Milheto e 6,3 para tratamento Feijão Guandu + Milheto.

Na Unidade de Observação 1 a produtividade de biomassa seca obtida nos tratamentos Ervas Espontâneas, Milheto e Feijão Guandu + Milheto foi de 2,52; 7,07 e 8,88 t de biomassa seca / ha, respectivamente.

Com base nas observações e comentários de campo, nos valores atribuídos para os 13 indicadores de qualidade do solo avaliados e a biomassa produzida em todos os tratamentos avaliados na Unidade de Observação 1, pode-se afirmar que o cultivo de adubos verdes, Milheto e Feijão Guandu + Milheto, em lavoura orgânica de café, contribuiu para a melhoria de aspectos químicos, físicos e biológicos do solo quando comparado ao solo coberto com ervas espontâneas e manejado somente com roçada.

4.1.2 Unidade de Observação 2

A avaliação participativa da qualidade do solo na Unidade de Observação 2 foi realizada na sequência da reunião ordinária da associação, em maio de 2017, aos 106 dias após semeadura dos adubos verdes em lavoura de café orgânico. Além da pesquisadora e dos dois proprietários, a avaliação contou com a participação de mais dez agricultores da AGRIFAN, dois agricultores externos, sendo um deles também estudante de agronomia, num total de 15 pessoas (Figura 5).



Figura 5: Fotos da Unidade de Observação 2, apresentadas da esquerda para a direita: Preparo do solo para semeadura dos adubos verdes, em 27 de janeiro de 2017; Tratamento Feijão Guandu, em 13 de maio de 2017; Avaliação participativa da qualidade do solo no Tratamento Milheto, em 13 de maio de 2017.

No Gráfico 2, apresenta-se uma visão geral da qualidade do solo observada em cada tratamento adotado, sendo uma consolidação dos valores atribuídos para cada indicador durante a avaliação participativa da Unidade de Observação 2.

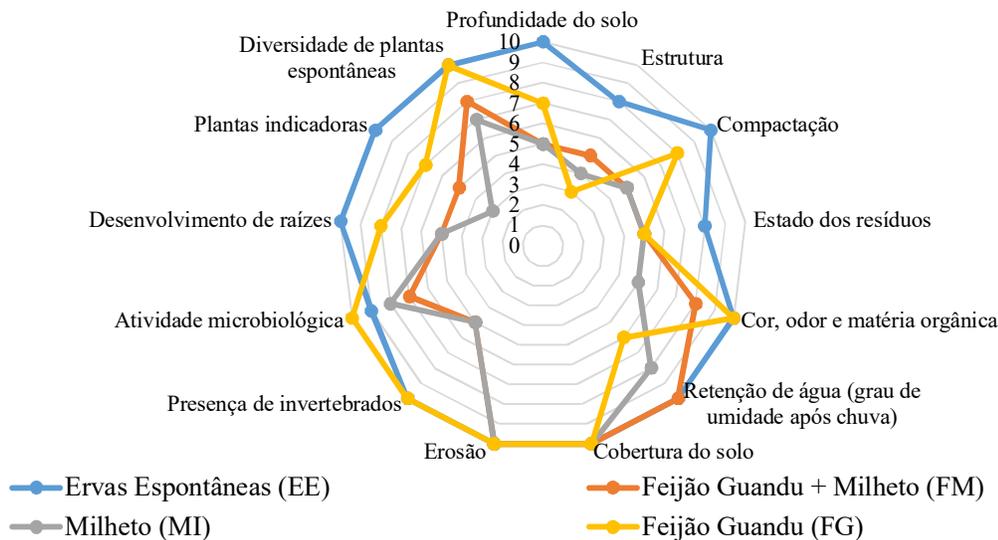


Gráfico 2. Consolidação dos valores atribuídos, em 13 maio de 2017, para os 13 indicadores avaliados nos quatro tratamentos, durante a avaliação participativa da qualidade do solo na unidade de observação 2, instalada em lavoura de café orgânico.

Todos os quatro tratamentos avaliados (Ervas Espontâneas, Feijão Guandu, Milheto e Feijão Guandu + Milheto) apresentaram uma boa cobertura de solo, sem sinais de erosão.

Para os indicadores profundidade do solo, estrutura, compactação, estado dos resíduos e desenvolvimento de raízes, o solo do tratamento Ervas Espontâneas apresentou as melhores condições, seguido pelo tratamento Feijão Guandu, que em relação a estrutura do solo, apresentou o pior desempenho.

Com relação a cor, odor e matéria orgânica, os solos dos tratamentos Ervas Espontâneas e Feijão Guandu apresentaram condições semelhantes e muito satisfatórias, com cheiro de terra fresca, enquanto o tratamento Milheto apresentou a pior condição, com um solo com cheiro com leve tendência a azedo. Baseado em Primavesi (2009b) e Penning et al. (2015), considera-se que cheiro agradável de matéria fresca indica solos em boas condições de aeração e disponibilidade de água, enquanto solos sem cheiro ou com leve tendência ao azedo pode ser considerado como um solo moderado, com pouca vida no solo e que a matéria orgânica pode estar se decompondo em condições de anaerobiose.

Com relação à retenção de água, os solos dos tratamentos Ervas Espontâneas e Feijão Guandu + Milheto apresentaram condições semelhantes e consideradas como muito satisfatórias, destacando-se o tratamento Feijão Guandu pela pior condição, pois percebeu-se, ao tato, que o solo deste tratamento apresentou-se mais seco que todos os outros. Agricultores que tinham participado também da avaliação da Unidade de Observação 1, relataram que esta mesma percepção, de que na presença do feijão guandu o solo apresenta-se com menor umidade, já tinha sido observada naquela unidade.

Apesar da temperatura já estar mais baixa (devido à época do ano, altitude mais elevada e avaliação realizada no final da tarde), observou-se em todos os tratamentos uma boa presença ou indicativo presença de invertebrados, especialmente de minhocas, e microrganismos, com melhores resultados nos tratamentos Ervas Espontâneas e Feijão Guandu. No solo com Feijão Guandu, observou-se uma efervescência mais rápida porém leve, enquanto o solo com Ervas Espontâneas apresentou uma efervescência inicialmente mais lenta mas que foi se intensificando, até ficar forte e aquecida.

Com relação às espontâneas, os melhores resultados foram para a diversidade de plantas do que para a presença de indicadoras de fertilidade, destacando-se valor máximo para os dois indicadores no tratamento Ervas Espontâneas; Entre os tratamentos que fez uso de adubos verdes, em ambos os indicadores, o Feijão Guandu destacou-se positivamente, no entanto o Milheto apresentou o pior desempenho, ficando bem abaixo da média para a presença de plantas indicadoras.

No tratamento Ervas Espontâneas, observou-se vegetação espontânea com grande diversidade de espécies, identificando-se: tanchagem (*Plantago tomentosa*), fazendeiro (*Galinsoga* sp.), picão preto, trapoeraba, maria gorda ou beldroega grande (*Talinum paniculatum*), beldroega ou ora pro nobis (*Portulaca oleracea*), quicuío (*Pennisetum clandestinum*), tiriricão (*Cyperus* sp.), braquiária, esopo ou rubim que agricultores na região denominam de mato roxo ou mato ximango. No tratamento Feijão Guandu, observou-se a presença de braquiária, tanchagem, fazendeiro, picão preto, mentrasto ou erva de são joão (*Ageratum conyzoides*), maria gorda ou beldroega grande, beldroega, quicuío, tiriricão, esopo ou rubim. No tratamento Milheto, observou-se tanchagem, , trapoeraba, mentrasto ou erva de são joão, quicuío, tiriricão, braquiária, esopo ou rubim, mastruço (*Coronopus didymus*), samambaia (*Pteridium aquilinum*). No tratamento Feijão Guandu + Milheto, observou-se tanchagem, fazendeiro, picão preto, mentrasto, trapoeraba, tiriricão, braquiária, esopo ou rubim, maria gorda ou beldroega grande, branquinho ou apaga fogo.

Das plantas observadas, os agricultores presentes reconheciam picão preto e fazendeiro como indicadoras de solos de média fertilidade, trapoeraba como indicativo de terras frescas e mais úmidas, beldroega e maria gorda como indicativas de terras boas, mais estruturadas e equilibradas, samambaia como indicativa de terra ácida, que está precisando de calcário. Destacaram ainda que o branquinho ou apaga fogo não era comum na região mas que tem aumentado bastante, e só apareceu depois que passaram a usar torta de mamona nas lavouras. Em concordância, Primavesi (2009b) e Burg; Mayer (2002) consideram picão preto como indicativo de solos de média fertilidade, sendo que estes últimos autores também consideram-no como indicativo de solos remexidos ou desequilibrados. Beldroega foi identificada como indicadora de um solo bom (PRIMAVESI, 2009b), fértil (BURG; MAYER, 2002; PRIMAVESI, 2009a), com baixa capacidade de campo (PRIMAVESI, 2009b), rico em matéria orgânica, sendo uma planta que tem capacidade de proteger o solo sem prejudicar as lavouras (MARQUES et al., 2013). Picão branco foi identificada como indicadora de um solo razoável, com teor de nitrogênio que pode até estar em excesso, mas que apresenta deficiência de micronutrientes, em especial de cobre (PRIMAVESI, 1982; BURG. MAYER, 2002; PRIMAVESI, 2009b). Tanchagem, como indicadora de solos adensados ou compactados, frequentemente úmidos (BURG; MAYER, 2002). Tiririca, como indicadora de solos ácidos, adensados, com carência de magnésio (BURG; MAYER, 2002), anaeróbios, periodicamente úmidos (PRIMAVESI, 1982). Capim quicuío, como indicadora de solo fresco. Rubim, como indicadora da deficiência de manganês (PRIMAVESI, 2009a) e samambaia com indicadora de solos com teor elevado de alumínio (PRIMAVESI, 1982; BURG; MAYER, 2002; PRIMAVESI, 2009b), mas com deficiência de cálcio (PRIMAVESI, 2009b).

A observação geral realizada durante a avaliação participativa e os valores atribuídos para todos os 13 indicadores da qualidade do solo nos quatro tratamentos da Unidade de

Observação 2, demonstraram que o tratamento Ervas Espontâneas, com o manejo de ervas espontaneas adotado tradicionalmente pelo agricultor, foi mais eficiente para a qualidade do solo do que os outros três tratamentos em que se utilizou adubos verdes, demonstrando como a diversidade de ervas espontaneas presentes nesta área tem contribuído naturalmente para um solo mais equilibrado. Este resultado, que à primeira vista pode ser considerado como negativo para os adubos verdes, foi explicado e considerado pelos agricultores, especialmente pelos proprietários da área, que não foi devido a prática da adubação verde em si ou às plantas utilizadas, mas devido a forma de preparo do solo: mecanizado, em condições de alta umidade e sendo excessivamente preparado por ter sido necessário refazer a semeadura, ocasionando maior compactação do solo. Esta explicação ficou ainda mais clara quando observou-se que, entre os adubos verdes, os tratamentos mais eficientes foram o Feijão Guandu seguido do Feijão Guandu + Milheto, ou seja, o melhor resultado foi observado nos tratamentos que usavam feijão guandu, planta reconhecida pela sua ação descompactadora do solo por vários autores (JIMENEZ et al., 2008; WUTKE et al., 2014; CALEGARI, 2018).

Primavesi (2009a) considera que a umidade é o principal fator causador de compactação do solo e esta situação observada no campo durante a avaliação participativa sobre a compactação é confirmada e explicada pela revisão realizada por Richart et al (2005): Os solos agrícolas vêm sofrendo grandes perturbações especialmente com relação à compactação, causada principalmente pelo tráfego de tratores e máquinas em condições inadequadas de manejo, especialmente quando estes estão saturados. São alteradas algumas propriedades físicas do solo, como: formação de camadas compactadas, tanto em superfície como em subsuperfície, aumento na densidade, redução da macroporosidade, comprometendo a retenção e infiltração de água e a penetração das raízes no perfil do solo, tornando o solo mais suscetível à erosão. Estes mesmos autores concluem sugerindo, entre outras práticas, somente realizar o preparo do solo e semeadura quando o solo estiver menos sensível à compactação, ou seja, com menor conteúdo de água (RICHART et al., 2005).

Foram obtidas como médias gerais dos valores atribuídos para os 13 indicadores do qualidade do solo nos tratamentos avaliados: 9,6 para o tratamento Ervas Espontâneas (testemunha), 8,0 para o tratamento Feijão Guandu, 6,5 para o tratamento Milheto e 6,8 para tratamento Feijão Guandu + Milheto.

Na Unidade de Observação 2 a produtividade de biomassa obtida nos tratamentos Ervas Espontâneas, Feijão Guandu, Milheto e Feijão Guandu + Milheto foi de 5.050, 2.121, 5.555 e 3.434 kg de biomassa seca / ha, respectivamente. Assim, observa-se que neste caso, o feijão guandu apresentou menor contribuição para a produção de biomassa, pois os dois tratamentos em que este estava presente, tanto solteiro como em consórcio, foram os que apresentaram os resultados com menores valores para produção de biomassa. Destaca-se o potencial do milheto para a produção de biomassa, pois mesmo com o cultivo tardio, em área de altitude, o tratamento Milheto apresentou bom resultado.

Apesar do tratamento Ervas Espontâneas ter apresentado resultados melhores em grande parte dos 13 indicadores da qualidade do solo avaliados na Unidade de Observação 2, com as observações e considerações feitas pelos agricultores no campo durante a avaliação participativa sobre as condições em que o cultivo foi instalado, a capacidade observada do feijão guandu de descompactar o solo e a quantidade de biomassa produzida pelo milheto, é possível afirmar que o cultivo de adubos verdes em lavoura orgânica de café pode contribuir para a melhoria da qualidade do solo, desde que o preparo do solo e a semeadura dos adubos verdes sejam realizados em condições adequadas de umidade.

4.1.3 Unidade de Observação 3

A avaliação participativa da qualidade do solo na Unidade de Observação 3 foi realizada durante a visita de pares do OPAC Orgânicos Sul de Minas na propriedade, em junho de 2017,

aos 105 dias após sementeira dos adubos verdes em talhão de uva. Além da pesquisadora e do proprietário, a avaliação contou com a participação de mais três agricultores da AGRIFAN, três agricultores externos, sendo um deles também estudante de agronomia, uma extensionista da Emater, num total de nove pessoas (Figura 6).



Figura 6: Fotos da Unidade de Observação 3, apresentadas da esquerda para a direita: Sementeira dos adubos verdes, em fevereiro de 2017; Plantas de Feijão Guandu, 11 dias após sementeira (Tratamento Feijão Guandu); Avaliando presença de microrganismo no solo, em junho de 2017; Vista Geral de uma rua da Unidade de Observação, estando à frente, tratamento Ervas Espontâneas, e na sequencia tratamentos Feijão Guandu, Milheto e Feijão Guandu + Milheto, em junho de 2017.

No Gráfico 3, apresenta-se uma visão geral da qualidade do solo observada em cada tratamento, sendo uma consolidação dos valores atribuídos para cada indicador durante a avaliação participativa da Unidade de Observação 3.

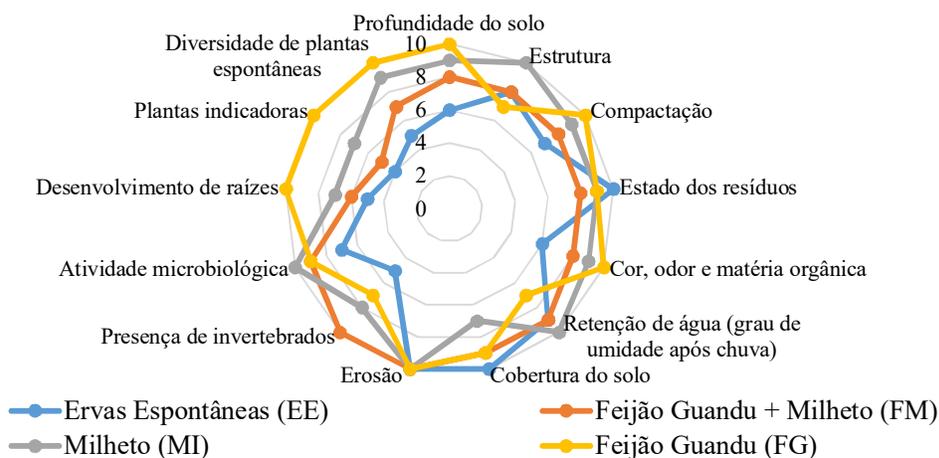


Gráfico 3. Consolidação dos valores atribuídos, em 13 de junho de 2017, para os 13 indicadores avaliados nos quatro tratamentos, durante a avaliação participativa da qualidade do solo na unidade de observação 3, instalada em lavoura de uva.

Todos os quatro tratamentos avaliados (Ervas Espontâneas, Feijão Guandu, Milheto e Feijão Guandu + Milheto) não apresentaram sinais visíveis de erosão. Com relação a cobertura do solo e estado de resíduos, o melhor resultado foi do tratamento Ervas Espontâneas, tendo como vegetação espontânea predominante a braquiária decumbens. O tratamento Milheto apresentou o solo menos coberto, observando-se áreas descobertas entre as linhas de milho, que não teve um desenvolvimento tão satisfatório, ficando mais baixo e perfilhando pouco, o

que foi atribuído ao fato de ser cultivado de forma mais tardia, em região de clima mais frio. Costa et al. (2005) ressalta que apesar do milheto ser considerado uma planta de dias curtos e ser cultivado no Brasil também como safrinha, a semeadura tardia nem sempre é aconselhável, pois as condições climáticas do outono fazem com que a maior parte dos genótipos tenha menor velocidade de crescimento, comprometendo a produção de forragem ou biomassa.

Para os indicadores profundidade do solo e compactação, o melhor desempenho foi tratamento Feijão Guandu. Cabe destacar que os solos de todos os três tratamentos que utilizaram adubos verdes apresentaram melhores resultados que Ervas Espontâneas. Com relação à estrutura, o Feijão Guandu apresentou o pior desempenho enquanto Milheto destacou-se com o melhor resultado. Vários autores reconhecem o feijão guandu pela capacidade que suas raízes possuem de descompactar o solo, sendo considerado por Wutke et al. (2014) como um subsolador natural, enquanto as raízes das gramíneas, como o milheto, são consideradas por Salton e Tomazi (2014) como o principal agente agregador do solo, contribuindo de maneira muito diferenciada para a sua estruturação. O milheto além de ter um sistema radicular fasciculado, este é profundo e vigoroso (PEREIRA FILHO et al., 2003) contribuindo para melhoria da estrutura do solo (CALEGARI, 2012b).

O tratamento Feijão Guandu também foi o melhor avaliado em relação à cor, odor e matéria orgânica, com um cheiro muito agradável de terra fresca, indicador no qual o tratamento Ervas Espontâneas apresentou o pior resultado, percebendo-se neste solo em que a cobertura predominante é a braquiária decumbens, cheiro de mofo. Segundo Primavesi (2009b), enquanto o cheiro agradável indica solo em boas condições, o cheiro de mofo indica que há pouca vida aeróbia no solo, podendo ser reflexo da aplicação e manutenção da palha na superfície, uma vez que a decomposição deste material ocorre pela ação de fungos e não por insetos. Segundo Aita et al. (2014) este predomínio de fungos sobre bactérias na composição da biomassa microbiana deve-se a capacidade destes de obterem água e nutrientes por meio de suas hifas, permitindo que estes se desenvolvam sobre os resíduos que permanecem sobre o solo; esta situação é ainda mais evidente quando a biomassa possui elevada relação C/N, como a braquiária, proporcionando o máximo desenvolvimento da população bacteriana somente na fase inicial da decomposição.

Este predomínio de braquiária no solo também fez com que o tratamento Ervas Espontâneas fosse o melhor avaliado para o estado de resíduos, apresentando materiais em vários estágios de decomposição. Com relação a retenção de água, mesmo tendo chovido no dia anterior da avaliação, foi possível observar ao tato uma nítida diferença entre os tratamentos, destacando-se o Milheto por apresentar um solo com umidade muito superior e o Feijão Guandu pela pior condição. A avaliação deste indicador permitiu reforçar a percepção dos agricultores de que feijão guandu pode contribuir para uma menor retenção de umidade no solo, ao contrário do milheto, que contribui para aumentar esta retenção, características estas que já haviam sido observadas pelos agricultores durante as avaliações participativas realizadas nas duas unidades de observação instaladas em lavouras de café.

Observou-se a menor presença de invertebrados no tratamento Ervas Espontâneas, e a maior no tratamento Feijão Guandu + Milheto, sendo este o único indicador em que o consórcio feijão guandu com milheto apresentou condição melhor que todos os outros tratamentos, inclusive com a presença de minhocas, recebendo valor máximo. Para Primavesi (2009b), as minhocas contribuem para a permeabilidade e agregação do solo, enriquecendo-o com cálcio e outros nutrientes, mas para que estejam presentes é preciso que o solo possua matéria orgânica suficiente e que seja protegido do ressecamento.

Com a aplicação da água oxigenada no solo, observou-se uma efervescência mais lenta no tratamento Ervas Espontâneas e bem mais significativa no tratamento Milheto, indicando que o cultivo de milheto contribuiu para maior atividade microbológica. Os resultados deste parâmetro foram mais difíceis de serem percebidos nesta unidade de observação, o que foi

atribuído ao clima, que já estava ficando mais frio e seco. Esta situação foi também percebida por Nunes et al. (2009) ao estudarem se os indicadores microbiológicos variavam em diferentes épocas do ano, observando que tanto em área de mata como de cultivo de café, a atividade biológica foi menor no período seco.

Com relação às plantas espontâneas, observou-se maior diversidade, indicando melhores condições de fertilidade do solo em todos os tratamentos que utilizaram adubos verdes, com destaque para o Feijão Guandu. No tratamento Ervas Espontâneas, predominou a braquiária decumbens, no entanto observou-se a presença de algumas plantas de joá bravo (*Solanum* sp.), rubim (*Leonorus sibiricus*) e guanxuma (*Sida* sp.). No tratamento Feijão Guandu, observou-se braquiária, maria preteinha (*Solanum americanum*), picão preto, joá de capote (*Physalis* sp.), caruru e poaia (*Richardia* sp.). No tratamento Milheto, observou-se braquiária, trapoeraba, rubim ou esopo, erva de são joão, picão preto e poaia. No tratamento Feijão Guandu + Milheto, observou-se braquiária, guanxuma, serralha ou falsa serralha (*Emilia sonchifolia*) e corda de viola.

Das plantas observadas, agricultores presentes reconheciam caruru como indicativo de terra boa, forte; picão preto e serralha como indicadores de solos de média fertilidade; trapoeraba como indicativo de terras mais frescas, com melhores condições de umidade; guanxuma como indicativa de terra dura, compactada; e, joá bravo como indicativa de deficiência de cálcio. Para Primavesi (2009b) e Burg; Mayer (2002) picão preto é indicadora de um solo razoável a bom, mas estes últimos afirmam que este pode indicar também solos remexidos e desequilibrados; Corda de viola é considerada como indicadora de deficiência de K e B, caruru como indicativo de terra boa (PRIMAVESI, 2009b), com teor alto ou até elevado de potássio (ABREU JÚNIOR, 2014); trapoeraba somente ocorre em solos férteis, com boa umidade e sombreados (MARQUES, 2013); Primavesi (1982) considera guanxuma como indicativa de lavouras decaídas, com solo que pode ser fértil ou não, mas que está duro, e esta mesma pesquisadora anos mais tarde complementa que esta planta indica a presença de uma laje dura em camada superficial do solo (PRIMAVESI, 2009b). No entanto, para Burg e Mayer (2002), a guanxuma indica que é o subsolo que está adensado e solo superficial lavado, vegetando pouco quando o solo está compactado e ficando viçosa em solos férteis.

Com relação ao desenvolvimento de raízes, o tratamento Feijão Guandu proporcionou os melhores resultados. Apesar do solo não apresentar sinais de impedimentos físicos sérios em profundidade, no geral, todos os tratamentos, inclusive a braquiária predominante no tratamento Ervas Espontâneas, apresentaram raízes mais curtas que o normal para cada espécie, com menos raízes secundárias, um pouco mais escuras e algumas raízes especialmente de feijão guandu apresentavam as pontas bifurcadas ou em roseta, levando-se ao questionamento do que poderia estar ocorrendo nesta área que estaria dificultando o desenvolvimento das raízes. Como as plantas espontâneas encontradas na área eram no geral indicadoras de média fertilidade química, passou-se a questionar se poderia estar havendo algum impedimento com relação ao equilíbrio dos nutrientes, em especial com relação a disponibilidade de micronutrientes, como boro. Assim, concluiu-se a avaliação participativa considerando-se como muito importante que o produtor fizesse especialmente neste ano uma análise química completa do solo para aprofundar a avaliação das condições químicas do solo, para ter mais subsídios para correção do solo e manejo do parreiral. Entre as principais causas para o encurtamento de raízes como as observadas nesta unidade, Primavesi (2009a) destaca a deficiência de boro. A deficiência acentuada de boro impede o crescimento normal de raízes, causa a morte das pontas, com a formação de rosetas em algumas delas (PRIMAVESI, 2009b). Além disso, esta autora considera também que raízes fracas podem ser indicativo da falta de fósforo, mas raízes compridas, com poucas radículas e mais escuras podem indicar deficiência de enxofre (PRIMAVESI, 2009b).

Foram obtidas as seguintes médias gerais dos valores atribuídos para os 13 indicadores de cada tratamento avaliado: 7,1 para tratamento Ervas Espontâneas (testemunha), 9,1 para tratamento Feijão Guandu, 8,8 para tratamento Milheto e 8,1 para tratamento Feijão Guandu + Milheto.

Na Unidade de Observação 3 a produtividade de biomassa obtida nos tratamentos Ervas Espontâneas, Feijão Guandu, Milheto e Feijão Guandu + Milheto foi de 8.600, 4.800, 5.000 e 4.900 kg de biomassa seca / ha, respectivamente. Assim, demonstra-se que para a época em que foi realizada a pesquisa, uma superioridade da vegetação espontânea, que neste caso foi predominantemente de braquiária decumbens, com produção muito maior de biomassa seca. Observa-se que os três tratamentos com adubos verdes apresentaram resultados próximos para a produção de biomassa seca, com maiores resultados para os tratamentos em que milheto estava presente, destacando então o potencial dessa espécie para a produção de biomassa, pois o cultivo foi tardio, sob grande influência do fotoperíodo, o que interfere muito no desenvolvimento do milheto.

A observação geral realizada durante a avaliação participativa e os valores atribuídos para todos os 13 indicadores da qualidade do solo dos tratamentos Ervas Espontâneas, Feijão Guandu, Milheto, Feijão Guandu + Milheto na Unidade de Observação 3, demonstraram que o cultivo dos adubos verdes (feijão guandu, milheto e consórcio de feijão guandu e milheto) em lavoura de uva orgânica, apesar de proporcionarem menor produção de biomassa seca, contribuiu para a melhoria dos aspectos do solo quando comparado ao solo coberto com ervas espontâneas e manejado somente com roçada.

4.2 Consolidação e considerações sobre os principais resultados da avaliação participativa da qualidade do solo nas três unidades de observação

A instalação das três unidades de observação e as respectivas avaliações participativas da qualidade do solo em lavouras orgânicas de café e uva, submetidas ao consórcio com adubos verdes, permitiram verificar que:

- ✓ A baixa qualidade das sementes de adubos verdes encontradas no mercado atrasou a efetiva instalação das unidades de observação e parcialmente os resultados. Corroborando esta situação, Calegari (2014) cita a indisponibilidade de sementes de qualidade e de origem idônea como uma das dificuldades para a expansão da prática da adubação verde.

- ✓ Ampliou-se a vivência dos agricultores com o cultivo de adubos verdes, em especial o conhecimento de mais uma espécie, o milheto.

- ✓ Nas unidades de observação 1 e 3, em que a erva espontânea predominante era a braquiária decumbens, os efeitos benéficos da adubação verde para a melhoria das características do solo foram evidentes.

- ✓ A avaliação da eficiência da adubação verde nas condições da lavoura da unidade de observação 2 ficou comprometida, por ter sido realizado o preparo do solo e a semeadura em condições de excesso de umidade do solo. Ficaram evidentes os efeitos negativos do preparo mecanizado e semeadura com o solo saturado, ocorrendo aumento da compactação, que nem mesmo o cultivo de adubos verdes no período avaliado foi suficiente para recuperar o estado original do solo.

- ✓ Na unidade de observação 2 verificou-se como a diversidade de ervas espontâneas presentes em uma área contribuiu naturalmente para um solo mais equilibrado, quando comparado com os solos das unidades de observação 1 e 3, nos quais predominava só um tipo de erva, a braquiária decumbens.

- ✓ Quando comparado a outras plantas presentes na área da unidade de observação 1 (café, milheto, capim braquiária e outras ervas espontâneas) verificou-se que o feijão guandu é muito suscetível ao ataque de formigas cortadeiras.

- ✓ O milheto contribuiu para a melhoria da estrutura do solo e o feijão guandu,

quando não foi dizimado pelo ataque de formigas, apresentou uma capacidade diferenciada de descompactar o solo.

✓ O milheto contribuiu para uma maior retenção de umidade no solo, enquanto o feijão guandu possibilitou menor retenção. Ressalta-se que esta percepção de que o feijão guandu contribui para diminuir a retenção de umidade do solo foi observada nas 3 unidades de observação avaliadas. Esta característica do feijão guandu de interferir na retenção de umidade do solo também foi observada por outros pesquisadores: Barbosa et al. (2005) observaram que o cafeeiro cultivado com aleias de feijão guandu, apresentaram solo mais seco que cafeeiros cultivados com aleias de acácia (*Acacia mangium*); Moraes et al. (2007), ao estudarem o consórcio de café (*C. arabica*), cultivar IAPAR 59, arborizado com feijão guandu, verificaram que apesar dos resíduos da arborização formarem uma cobertura morta que proporciona maior umidade na camada superficial, o solo ficou mais seco especialmente nas camadas de 10 a 20 cm de profundidade, e também com tendência a ser mais seco de 20 a 40 cm que as áreas de café cultivadas a pleno sol. Assim, considerando a exigência de água pelo cafeeiro, especialmente no período de desenvolvimento e granação dos frutos (MATIELLO et al., 2016), sugere-se que esta característica observada nesta pesquisa, de que o feijão guandu pode possibilitar menor retenção de umidade no solo, deva ser mais estudada, para que se tenha maior segurança na recomendação desta espécie como adubo verde para o cafeeiro.

✓ Os tratamentos realizados com consórcio de feijão guandu + milheto apresentaram resultados menos satisfatórios que o cultivo solteiro destas espécies, levantando questionamentos se a densidade de plantio e a proporção de sementes entre as espécies adotadas na pesquisa foram adequadas. Neste sentido, Amado et al. (2014) considera que no consórcio ou coquetel de adubos verdes, as espécies se beneficiam mutuamente, mas é muito importante ajustar a quantidade de sementes de cada espécie, visando uma rápida cobertura do solo e evitar que espécies mais precoces ou rústicas predominem ou afetem as outras.

✓ Das ervas espontâneas indicadoras de condição do solo observadas, encontrou-se correspondência entre o conhecimento dos agricultores presentes e de alguns pesquisadores, para: caruru como indicativo de terra boa, muito fértil; picão preto e serralha como indicadoras de solos de média a alta fertilidade; trapoeraba como indicativo de terras mais frescas, com boa condição de umidade; guanxuma como indicativa de terra dura, compactada; samambaia como indicativa de solo ácido, que está precisando de calcário.

✓ Nas unidades de observação 1 e 2, o milheto destacou-se pela maior produção de biomassa seca, mas em todas as unidades de observação avaliadas a produção foi menor que o potencial da espécie, pois o plantio foi mais tardio, expondo a cultura a interferência do fotoperíodo, da mesma forma que foi observado por Partelli (2010). Segundo Mascarenhas e Wutke (2014) o ideal é que o milheto seja cultivado no início da primavera, para que possibilite seu máximo crescimento.

✓ Houve bom envolvimento e comprometimento dos agricultores da AGRIFAN em todas as fases da pesquisa, com maior participação dos agricultores certificados pelo OPAC nas três unidades de observação avaliadas.

✓ A avaliação transcorreu mais facilmente da primeira para a terceira unidade de observação, à medida que foi ampliando a familiaridade com a metodologia. A realização da avaliação participativa em diferentes tratamentos ao mesmo tempo, e ainda mais em diferentes propriedades e cultivos, permitindo observar como a diferença no manejo interfere na qualidade do solo e na sustentabilidade dos agroecossistemas. Além disso, esse processo permitiu estimular a reflexão sobre as práticas adotadas e na gestão das propriedades orgânicas, confirmando as argumentações de Nicholls et al. (2004). Observou-se como diferentes tipos de plantas de cobertura do solo comportam-se em diferentes ambientes e manejo, despertando e reforçando a compreensão de que cada agroecossistema possui suas especificidades, e que estas precisam ser consideradas na perspectiva de um manejo sustentável.

✓ Os agricultores familiares da AGRIFAN, especialmente os proprietários das áreas onde foram instaladas as unidades de observação, demonstraram satisfação com a apresentação dos resultados em gráficos, tipo radar, pois permitiu uma melhor visualização dos atributos mais limitantes, levando a uma reflexão sobre o sistema de manejo e nas práticas adotadas nas lavouras.

✓ A metodologia adotada revelou-se útil e eficiente na construção coletiva do conhecimento agroecológico, em especial para os agricultores inseridos no Sistema Participativo de Garantia da qualidade orgânica, pois observar, avaliar e sugerir alterações nas práticas de manejo adotado faz parte da rotina de visitas de pares e de verificação realizadas em processos de avaliação da conformidade orgânica.

5 CONCLUSÕES

O milheto apresenta boa produção de biomassa, além de proporcionar maior retenção de umidade no solo.

O feijão guandu é suscetível ao ataque de formigas cortadeiras, proporciona menor retenção de umidade no solo, mas mostra-se capaz de contribuir para a descompactação do solo.

As informações consolidadas durante a avaliação participativa da qualidade do solo servem de subsídio para o manejo mais sustentável tanto das lavouras orgânicas de café e uva avaliadas quanto de outros agroecossistemas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como a qualidade das sementes de adubos verdes disponíveis no mercado nem sempre são confiáveis, recomenda-se realizar um prévio teste de germinação, mesmo quando a revenda der garantias de germinação, para evitar a necessidade de replantio, custos e desgastes desnecessários. Este cuidado é fundamental para garantir que o cultivo seja realizado em época ideal, possibilitando melhores resultados da adubação verde.

Sugere-se realizar novas pesquisas com as mesmas espécies de adubos verdes adotadas nesta avaliação participativa, mas realizando a semeadura na época ideal de cultivo, outubro ou novembro, procurando verificar como se comportam em relação à retenção de umidade no solo. Neste sentido, sugere-se avaliar também o impacto destas características sobre a fisiologia das culturas principais, observando: Se há competição por água a ponto de comprometer a formação e enchimento dos grãos de café; Se há competição por água na fase de maturação da uva, e se esta pode contribuir para a melhoria do teor de açúcar nos frutos.

Esta pesquisa ampliou as oportunidades de construção coletiva do conhecimento agroecológico entre agricultores familiares e agentes de assistência técnica e extensão rural – ATER - nos municípios de Andradas e Caldas - MG, e demonstra que a metodologia participativa de avaliação da qualidade do solo adotada tem potencial para ser mais utilizada em ações extensionistas.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU JÚNIOR, H. **O manejo da adubação visando o equilíbrio e resistência das plantas.** São Paulo: AAO, 2014. 15 p (AAO, Apostila do curso Manejo de solo e controle de pragas: prático).

ACOB – ASSOCIAÇÃO DE CAFÉS ORGÂNICOS E SUSTENTÁVEIS DO BRASIL. **Mercado.** Disponível em:<<http://www.cafeorganicobrasil.org/mercado>>. Acesso em: 04 nov.2017.

AITA, C.; GIACOMINI, S. J.; CERETTA, C. A. Decomposição e liberação de nutrientes dos resíduos culturais de adubos verdes. In: LIMA FILHO, O. F; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática.** v. 1. Brasília: Embrapa, 2014. p. 225-264.

ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável.** 3. ed. São Paulo, Rio de Janeiro: Expressão Popular, AS-PTA, 2012. 400 p.

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecología**, Costa Rica, v. 64, p.17-24, 2002.

ALVARENGA, L. R.; ABRAHÃO, E. Escolha de cultivares na viticultura. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.10, n. 117, p.15-21, 1984.

ALVARENGA, A. A.; ABRAHÃO, E.; REGINA, M. A.; ANTUNES, L. E. C.; PEREIRA, A. F. Origem e Classificação botânica da videira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.19, n. 194, p.5-8, 1998.

ALVARENGA, A. P.; SANTOS, I. C., RIBEIRO, M. F., MELO, A. V.; SOUZA, L. V.; TUFFI, L. D. S. Ocorrência de pragas e doenças em café cultivado sob sistema orgânico, em função do tipo de cobertura do solo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 3; Porto Seguro, **Anais...** Brasília: Embrapa Café, 2003. p. 429.

AMADO, T. J. C.; FIORIN, J. E.; ARNS, U.; NICOLOSO, R. S.; FERREIRA, A. O. Adubação verde na produção de grãos e no sistema de plantio direto. In: LIMA FILHO, O. F; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática.** v. 2. Brasília: Embrapa, 2014. p. 81-125.

AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; GUIRADO, N.; SCHAMMASS, E. A.; MURAOKA, T.; TRIVELIN, P. C. O.; AMBROSANO, G. M. B. Adubação verde na agricultura orgânica. In: LIMA FILHO, O. F; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática.** v. 2. Brasília: Embrapa, 2014. p. 45-80.

ANTUNES, F. Z.; Caracterização climática do Estado de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 139, p. 9-13, 1986.

ANZANELLO, R.; SOUZA, P. V. D. de; CASAMALI, B. Fungos micorrízicos arbusculares (FMA) em porta-enxertos micropropagados de videira. In: **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p.409-415, 2011.

ARAÚJO, A. S. F.; MONTEIRO, R. T. R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 66-75, 2007.

AZEVEDO, R. L.; CARVALHO, C. A. L.; MARQUES, O. M. Insetos associados à cultura do feijão guandu na região do recôncavo da Bahia, Brasil. **Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 4, p. 83-88, 2008.

BARBOSA, D. H. S. G; VIEIRA, H. D.; SOUZA, R. M.; VIANA, A. P; SILVA, C. P. Field estimates of coffee yield losses and damage threshold by *Meloidogyne exigua*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.28, n.1, p.49-54, 2004.

BARBOSA, J. P. R. A. D.; SOARES, A. M.; ALVARENGA, M. I. N.; ALVES, J. D.; GARDIN, J. P. P. Crescimento de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) associado à deposição de fitomassa de leguminosas arbóreas no Sul de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 4., 2005, Londrina. **Anais...** Brasília: Embrapa Café, 2005. 6 p. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/2055/166733_Art014f.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 04 abr. 2018.

BATISTA, R. S. Transição para agricultura de base ecológica. In: PROJETO INOVAR – Sistema de planejamento participativo e gestão social - EMATER-MG: **Agroecologia**. Belo Horizonte, v. 4, p.24-29, 2005.

BOTELHO, R. V.; MÜLLER, M. M. L. Extrato de alho como alternativa na quebra de dormência de gemas em macieiras cv. Fuji kiku. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 37-41, 2007.

BOTELHO, R. V.; PIRES, E. J. P.; YAMAMOTO, L. Y.; ROBERTO, S. R.; MAIA, A.; ADRIANO, E. Uso de reguladores vegetais na viticultura. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.36, n. 289, p. 48-56, 2015.

BURG, I. C.; MAYER, P. H. Alternativas ecológicas para prevenção e controle de pragas e doenças. Francisco Beltrão - PR: Grafit Gráfica e Editora Ltda, 2002. 153p.

CALEGARI, A. **Plantas de cobertura e bioativação do solo**. In: Fenicafé 2012: palestra. Araguari, MG, 2012a. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=mdXwYhmqHRC>>. Acesso 5 abr. 2016.

CALEGARI, A. **Diversificação de sistemas produtivos através do uso adequado de plantas de cobertura, rotação de culturas no sistema de plantio direto**. Fundação Agrisus – Agricultura Sustentável, 2012b. 15p. (Fundação Agrisus Agricultura Sustentável, Artigo 4). Disponível em: <http://www.agrisus.org.br/arquivos/ARTIGO_Calegari_SPD_janeiro.pdf> Acesso 17 abr 2016.

CALEGARI, A. Perspectivas e estratégias para a sustentabilidade e o aumento da biodiversidade dos sistemas agrícolas com o uso de adubos verdes. In: LIMA FILHO, O. F;

AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. v.1. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 19-36.

CALEGARI, A. **Plantas de cobertura**. Projeto Solo Vivo. 3. ed. Uberaba - MG: WEBBIO Academy, 2018. 30 p. (Manual Técnico).

CALEGARI, A.; CARLOS, J. A. D. Recomendações de plantio e informações gerais sobre o uso de espécies para adubação verde no Brasil. In: LIMA FILHO, O. F.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. v. 2. Brasília: Embrapa, 2014. p. 451-478.

CALIXTO, J. S.; BRASILEIRO, B. G.; DUARTE, E. M.G.; PAIVA, M. S.; SANTOS, L. F.; CARDOSO, I. M. Plantas espontâneas como indicadoras da qualidade do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 9, 2015. **Cadernos de Agroecologia**, s.l., v 10, n. 3, 2015. 5p. Disponível em: <<http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/18733>>. Acesso em: 04 abr. 2018.

CAMARGO, U. A. Classificação botânica. In: LEÃO, P. C. de S. (Editor Técnico). **Uva de mesa produção: aspectos técnicos**. Embrapa Semi-Árido Petrolina; Brasília: Embrapa Informação tecnológica, 2001. p.12-13. (Embrapa Semi-Árido. Frutas do Brasil, 13).

CAMARGO, U. A.; NACHTIGAL, J. C. Cultivares. In: NACHTIGAL, J. C.; SCHNEIDER, E. P. **Recomendações para produção de videiras em sistemas de base ecológica**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2007. p.11 -18.

CAMARGO, U. A.; TONIETTO, J.; HOFFMANN, A. Progressos na viticultura brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, Volume Especial, p. 144-149, 2011.

CAMPOS, L. F. C.; ABREU, C. M.; COLLIER, L. S.; SELEGUINI, A. Plantas de cobertura do solo em área de videira rústica cultivada no cerrado goiano. **Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, S. l., v.58, n.2, p. 184-191, 2015.

CAPORAL, F. R. Agroecologia. In: PROJETO INOVAR – Sistema de planejamento participativo e gestão social – EMATER-MG. **Agroecologia**, Belo Horizonte, v. 4, p.12-15, 2005.

CARVALHO, E. S. **Avaliação participativa da qualidade do solo e sanidade dos cultivos para o manejo integrado da hérnia das crucíferas em ambiente de montanha**. 2016. 119f. Tese (Doutorado em Ciência, Tecnologia e Inovação em Agropecuária, área de concentração Agrobiologia). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2016.

CARVALHO, J. F. C. **Desenvolvimento da videira e composição química dos frutos: relações com a cobertura do solo**. 2014. 101 p. Tese (Doutorado em Ciências, área de concentração Fitotecnia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2014.

CASALINHO, H. D. **Monitoramento da qualidade do solo em agroecossistemas de base ecológica: a percepção do agricultor**. Pelotas: Ed. e Gráfica Universitária UFPEL, 2004. 47p.

CASALINHO, H. D.; MARTINS, S. R.; LOPES, A. S. Qualidade do solo em sistemas de produção de base ecológica: a percepção do agricultor. **Revista Brasileira de Agroecologia**, S. l., v.2, n.1, p 59-62, 2007.

CHAVES, J. C. D. **Manejo do solo**: adubação e calagem, antes e após a implantação da lavoura cafeeira. Londrina: IAPAR, 2002. 36 p. (IAPAR. Circular, 120).

CHAVES, J. C. D. Uso racional de plantas de cobertura em lavouras cafeeiras. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DOS BRASIL, 4. 2005, Londrina. **Anais...** Brasília, Embrapa Café, 2005. 5p. Disponível em <http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/spcb_anais/simposio4/p379.pdf> Acesso em 04 abr. 2018.

CHAVES, J. C. D; GORRETA, R. H.; DEMONER, C. A.; CASANOVA JUNIOR, G; FANTIN, D. **O amendoim cavalo (*Arachis hypogaea*) como alternativa para cultivo intercalar em lavoura cafeeira**. Londrina: IAPAR, 1997. 20 p. (IAPAR. Boletim Técnico, 55).

COGO, F. D.; GUIMARÃES, P. T. G.; ROJAS, E. P.; SAGGIN JÚNIOR, O. J.; SIQUEIRA, J. O.; CARNEIRO, M. A. C. Arbuscular mycorrhiza in *Coffea arabica* L: review and meta-analysis. **Coffee Science**, Lavras, v. 12, n. 3, p. 419 - 443, 2017.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: café**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras>>. Acesso em 02 abr. 2018.

COSTA, A. C. T.; GERALDO, J.; PEREIRA, M. B.; PIMENTEL, C. Unidades térmicas e produtividade em genótipos de milho semeados em duas épocas. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.40, n.12, p.1171-1177, 2005.

COUTINHO, F. P.; SILVA, E. M.; YANO-MELO, A. M. Inoculação de fungos micorrízicos arbusculares e solubilizadores de fosfato na rizosfera de videira (*Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon). **Revista Biociências**, Taubaté, v. 23, n. 2, p. 46-53, 2017.

DE-POLLI, H.; PIMENTEL, M.S. Indicadores de qualidade do solo. In: AQUINO, A.M.; ASSIS, R.L. (Eds.). **Processos biológicos no sistema solo-planta**: ferramentas para uma agricultura sustentável. Brasília: Embrapa-SCT, 2005. p.17-28. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/biotacap1ID-Lnm7OIMsPM.pdf>> Acesso em: 13 out. 2017.

EMATER-MG. **Relatório de Safra Agrícola e Relatório Anual de Atividades do ano de 2017**: Município de Andradadas. Andradadas -MG, 2018a, 37 p.

EMATER-MG. **Relatório de Safra Agrícola e Relatório Anual de Atividades do ano de 2017**: Município de Caldas. Caldas - MG, 2018b, 30 p.

EMBRAPA. **Produção de Uva Orgânica**. In: EMBRAPA Uva e Vinho: Dia de campo na TV de 14 Nov. 2012. Disponível em: <<https://ciorganicos.com.br/biblioteca/producao-de-uva-organica-embrapa-uva-e-vinho/>> Acesso em: 28 Jan. 2018.

ESPINDOLA, J. A. A.; ALMEIDA, D. L. A., GUERRA, J. G.M. **Estratégias para utilização de leguminosas para adubação verde em unidades de produção agroecológica**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2004. 24 p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 174).

FARIA, C. M. B.; SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. S. Adubação verde com leguminosas em videira no submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, S. l., v.28, p. 641-648, 2004.

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 36, n. 11, p. 1355-1362, 2001.

FEIDEN, A; CAMPOLIN, A. I.; LISITA, F. O.; COSTA, F. de M; FIDELYS, Z.; MARTINS, R. F.; TRINDADE, L. L.; BRANCO, O. D. Avaliação participativa de adubos verdes em assentamentos de reforma agrária de Corumbá, MS: resultados preliminares. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.3, suplementos especiais, p.19-22, 2008.

FERNANDES, M. R; LEAL, J. T. C. P.; MELLO, M. S. de; MOREIRA, M. A. B. MOREIRA; ALBANEZ, A. C. M. P. **Minas Gerais: caracterização de unidades de paisagem**. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2013. 92 p.

FERREIRA, J. M. L. **Indicadores de qualidade do solo e de sustentabilidade em cafeeiros arborizados**. 2005. 90 p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

FERREIRA, J. M. L.; LIMA, P. C.; LOVATO, P. E.; MOURA, W. M. Sistema de avaliação participativo de aspectos ambientais e produtivos de agroecossistemas com cafeeiros. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.30, n. 252, p. 68-79, 2009.

FERREIRA, W. P. M.; RIBEIRO, M. de F.; FERNANDES FILHO, E. I.; SOUZA, C. de F.; CASTRO, C. C. R. de. **As características térmicas das faces noruega e soalheira como fatores determinantes do clima para a cafeicultura de montanha**. Brasília: Embrapa Café, 2012. 34 p. (Embrapa Café. Documentos, 10).

FRAGUAS, J. C.; SÔNEGO, O. R.; GARRIDO, L. R.; BOTTON, M. ALVARENGA, A. A.; ABRAHÃO, E. Uva (*Vitis* spp.). In: PAULA JÚNIOR, T. J.; VENZON; M. (Coordenadores). **101 culturas: manual de tecnologias agrícolas**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. p. 769-782.

GIOMO, G. S.; PEREIRA, S. P.; BLISKA, F. M. M. Panorama da cafeicultura orgânica e perspectivas para o setor. **O Agrônomo**, v. 59, n. 1, p. 33-36, 2007.

GUERREIRO FILHO, O.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, G. R.; SILVAROLLA, M. B.; BOTELHO, C. E.; FAZUOLI, L. C. Origem e Classificação Botânica do Cafeeiro. In: CARVALHO, C. H. S. **Cultivares de café: origem, características e recomendações**. Brasília: Embrapa Café, 2008. p. 27-34.

GUIMARÃES, C. V.; ASSIS, R. L.; SIMON, G. A.; PIRES, F. R.; FERREIRA, R. L.; SANTOS, D. C. Desempenho de cultivares e híbridos de milho em solo submetido à compactação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.11, p.1188-1194, 2013.

GUIMARÃES, G. P.; ROCHA JUNIOR, P. R.; SILVA, V. M.; RIGO, M. M., MENDONÇA, E.S. Indicadores visuais de qualidade do solo e cafeeiros utilizados por agricultores familiares. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v.7, n. 1, p.24-31, 2014.

HERNANI, L. C.; PADOVAN, M. P. Adubação verde na recuperação de solos degradados. In: LIMA FILHO, O. F.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. v. 1. Brasília: Embrapa, 2014. p. 371-398.

IBC - INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. **Cultura de café no Brasil**: pequeno manual de recomendações. Rio de Janeiro, IBC/DIPRO, 1986. 214 p.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **A Geografia do café**: Dinâmica territorial da produção agropecuária. IBGE, Coordenação de Geografia. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. 136p.

JIMENEZ, R. L.; GONÇALVES, W. G.; ARAÚJO FILHO, J. V. de; ASSIS, R. L. de; PIRES, F. R.; SILVA, G. P. Crescimento de plantas de cobertura sob diferentes níveis de compactação em um latossolo vermelho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 2, p. 116-121, 2008.

JOLY, N. **Vinho do Céu à Terra**: Cultivar e apreciar o vinho biodinâmico. São Paulo: Editora Vinum Brasil, 2008. 218 p.

JORDÃO FILHO, M.; MATIELLO, J.B.; DAVID, F. Diferentes sistemas de condução do mato, na entrelinha do cafeeiro, na Alta Mogiana-SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA CAFEIEIRA, 41, 2015, Poços de Caldas –MG. **Anais...** Poços de Caldas: Procafé, 2015. Disponível em <http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/7300/123_41-CBPC-2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 11. jan. 2018.

KLETT, Manfred. **Princípios dos preparados biodinâmicos de aspersão e de composto**. Botucatu: Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica, 2012. 108 p.

LEÃO, P. C. S.; MAIA, J. D. G. Aspectos culturais em viticultura tropical uvas de mesa. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.19, n. 194, p. 34-39, 1998.

LIMA, P.C; MOURA, W. de M.; MENDONÇA, E. de S.; MANABE, P.M.S.; SANTOS, J. dos; REIGADO, F. R.; REIS, I. L. Produção de biomassa, conteúdo e mineralização de nutrientes de leguminosas e plantas espontâneas para adubação verde de cafezais sob cultivo orgânico. In: VI SIMPÓSIO DE PESQUISAS DE CAFÉS DO BRASIL, 6, 2009, Vitória, ES. **Resumos...** Brasília: CBP&D-Café; Embrapa Café, 2009. Disponível em <http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/spcb_anais/simposio6/296.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2017.

MACHADO, A. T.; MACHADO, C. T. T. Estratégias de melhoramento participativo de milho em sistemas agroecológicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, S. 1., v.4, n.2, p.435-438, 2009.

MACHADO, C. T. T.; VIDAL, M. C. **Avaliação participativa do manejo de agroecossistemas utilizando indicadores de sustentabilidade de determinação fácil e rápida**. Planaltina- DF: Embrapa Cerrados, 2006. 44p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 173).

MACHADO, C. T. T.; MACHADO, A. T.; REIS JR., F. B.; VIDAL, M. C. SILVA, O. G. Manejo agroecológico de agroecossistemas em comunidades rurais e assentamentos da região Centro – Oeste com ênfase nas plantas de cobertura: conceituação, síntese metodológica e experiências locais. In: MACHADO, A. T.; NASS, L. L.; MACHADO, C. T. T. (Eds.). **Manejo sustentável da agrobiodiversidade nos biomas Cerrado e Caatinga com ênfase em comunidades rurais**, Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2011b. p.315-352.

MACHADO, C. T. T.; VIDAL, M. C.; REIS JR., F. B.; SILVA, O. G. Avaliação participativa de agroecossistemas utilizando indicadores de sustentabilidade: instrumento para capacitação em agroecologia e promoção da agrobiodiversidade no assentamento Cunha. In: MACHADO, A. T.; NASS, L. L.; MACHADO, C. T. T. (Eds.). **Manejo sustentável da agrobiodiversidade nos biomas Cerrado e Caatinga com ênfase em comunidades rurais**, Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2011a, p.169-219.

MAIA, J. D. G.; CAMARGO, U. A. Cultivares. In: GUERRA, C. C.; HICKEL, E. R.; KUHN, G. B.; NACHTIGAL, J. C.; MAIA, J. D. G.; FRÁGUAS, J. C.; VARGAS, L.; MELLO, L. M. R. de; GARRIDO, L. da R.; CONCEIÇÃO, M. A. F.; BOTTON, M.; OLIVEIRA, O. L. P. de; SÔNEGO, O. R.; NAVES, R. de L.; SORIA, S. de J.; CAMARGO, U. A. **Sistema de produção de uvas rústicas para processamento em regiões tropicais do Brasil**. 2005 (Embrapa. Sistema de Produção, 9, versão eletrônica). Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/UvasRusticasParaProcessamento/cultivares.htm>> Acesso em: 25 jan. 2018.

MAPA – MINISTERIO DE AGRICULTURA, PECUARIA E ABASTECIMENTO – **Café no Brasil** 10 mar 2017. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/cadastro-nacional-produtores-organicos>> Acesso em: 28 jan. 2018b.

MAPA – MINISTERIO DE AGRICULTURA, PECUARIA E ABASTECIMENTO – **Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos** 29 dez 2017. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/cadastro-nacional-produtores-organicos>> Acesso em: 28 jan. 2018a.

MARQUES, C. T. S.; TELES, S.; SILVA, F.; MAIA, R. S. **Plantas espontâneas: identificação, potencialidades e uso**. Cruz das Almas: UFRB, 2013.88 p.

MASCARENHAS, H. A. A.; WUTKE, E. B. Adubação, nutrição e fatores climáticos limitantes ao desenvolvimento dos adubos verdes. In: LIMA FILHO, O. F.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. v. 1. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 189-224.

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; ALMEIDA, S. R.; GARCIA, A. W. R. **Cultura do café no Brasil: manual de recomendações**. Ed. 2015. São Paulo: Futurama Editora, 2016. 585 p.

MECCA, M. S.; BENATO, M.; MARCHI, N. D.; ECKERT, A. formação e análise dos custos de um produto orgânico em uma vinícola de uma destinação turística da serra gaúcha. In:

Custos e @gronegocioonline - v. 13, n. 1, 2017. Disponível em <<http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numero1v13/OK%206%20organicos.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2018.

MELLO, L. M. R. de. Panorama da produção de uvas e vinhos no Brasil (Embrapa Uva e Vinho- CNPUV. Informe Técnico). In: **Campo & Negócios**, Uberlândia, 2017, v. 12, n. 142, p. 54-56. Disponível em <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1068670/panorama-da-producao-de-uvas-e-vinhos-no-brasil>>. Acesso em: 24 jan. 2018.

MELO, G. W. B. de; BOTTON, M.; GARRIDO, L. da R. **Produção orgânica de uva de mesa**. Bento Gonçalves - RS: Embrapa Uva e Vinho, 2015. 35p. (Embrapa Uva e Vinho. Documentos, 92).

MELO, G. W. B. de; SCHNEIDER, E. P. Solos e adubação. In: NACHTIGAL, J. C.; SCHNEIDER, E. P. (Eds.). **Recomendações para produção de videiras em sistemas de base ecológica**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2007. p. 23-28. (Embrapa Uva e Vinho. Documentos, 65).

MONQUERO, P. A.; AMARAL, L.R.; INÁCIO, E.M.; BRUNHARA, J.P.; BINHA, D.P.; SILVA, P.V.; SILVA, A.C. Efeito de adubos verdes na supressão de espécies de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 85-95, 2009.

MONQUERO, P. A.; HIRATA, A. C. S. Manejo de plantas daninhas com adubação verde. In: LIMA FILHO, O. F.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. v. 1. Brasília: Embrapa, 2014. p.481-507.

MORAIS, H.; CARAMORI, P. H.; COGUISHI, M. S.; ANDRADE, G. A.; SOUZA, F. S. **Microclima de café cultivar IAPAR 59 consorciado com guandu (*Cajanus cajan*) no Norte do Paraná**. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 5, 2007, Águas de Lindóia. Anais... Brasília, DF: Embrapa Café, 2007. 4p. Disponível em: <http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/2407/179995_Art039f.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 04 abr.2018.

MOURA, W. M.; PEREIRA, A. A.; LIMA, P. C. de; DONZELES, S. M. L.; CAIXETA, G. Z.; COSTA, E. D. da; SOARES, S. F.; SANTOS, I. C. dos; RIBEIRO, M. de F.; ALVARENGA, A. de p.; VENZON, M. **Café (*Coffea arabica* L.)**. In: PAULA JÚNIOR, T. J.; VENZON; M. (Coordenadores). **101 culturas: manual de tecnologias agrícolas**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. p. 185-206.

MOURA, W. M.; LIMA, P.C. de; FAZUOLI, L. C.; CONDÉ, A. B. T.; SILVA, T. C. Desempenho de cultivares de café em sistema de cultivo orgânico na zona da mata mineira. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 3, p. 256-264, 2013.

NACHTIGAL, J. C.; SCHNEIDER, E. P.; MELO, G. W. B. Escolha e preparo da área. In: **Recomendações para produção de videiras em sistemas de base ecológica**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2007. p.19-21. (Embrapa Uva e Vinho. Documentos, 65).

- NICHOLLS, C. I.; ALTIERI, M. A. Controle biológico por meio do manejo de habitats. In: ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. 3. ed. São Paulo, Rio de Janeiro: Expressão Popular, AS-PTA, 2012. p. 305-326.
- NICHOLLS, C. I.; ALTIERI, M. A.; DEZANET, A.; LANA, M.; FEISTAUER, D.; OURIQUES, M. A rapid, farmer-friendly agroecological method to estimate soil quality and crop health in vineyard systems. **Biodynamics**, n. 250, p. 33-40, 2004. Disponível em <http://www.researchgate.net/publication/253208812_A_Rapid_Farmer-Friendly_Agroecological_Method_to_Estimate_Soil_Quality_and_Crop_Health_in_Vineyard_Systems>. Acesso em: 09 fev. 2018.
- NUNES, L. A. P. L.; DIAS, L. E.; JUCKSCH, I.; BARROS, N. F.; KASUYA, M. C. M.; CORREIA, M. E. F. Impacto do monocultivo de café sobre os indicadores biológicos do solo na zona da mata mineira. **Ciência Rural**, Santa Maria, Online. 2009. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/cr/2009nahead/a390cr268.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2018.
- PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; FREITAS, S. P.; ESPINDOLA, J. A. A. Aspectos fitossociológicos e manejo de plantas espontâneas utilizando espécies de cobertura em cafeeiro conilon orgânico. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 605-618, 2010.
- PAULO, E. M.; BERTON, R. S.; CAVICHIOLI, J. C.; BULISANI, E. A.; KASAI, F. S. Produtividade do cafeeiro Mundo Novo enxertado e submetido à adubação verde antes e após recepa da lavoura. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n.1, p. 115-120, 2006.
- PENNING, L. H.; LIMA, C. L. R. de; TUCHTENHAGEN, I. K.; SILVA, M. de F. M. M. da; PILLON, C. N.; NUNES, M. C. M. **Avaliação visual para o monitoramento da qualidade estrutural do solo: VESS e VSA**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2015. 39 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 390).
- PEREIRA FILHO, I. A.; FERREIRA, A. S. F.; COELHO, A. M.; CESELA, C. R.; KARAN, D.; RODRIGUES, J. A. S.; CRUZ, J. C.; WAQUIL, J. M. **Manejo da cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 65 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 29).
- PIRES, E. N.; CAMPOS, P. M. C.; CEZAR, R.; CORREA, S. Q. Exportação e perspectiva de crescimento do café orgânico brasileiro no mercado internacional. In: ENCONTRO CIENTÍFICO DE GESTÃO PORTUÁRIA, 1, 2017, Santos. **Anais...** Santos, SP: FATEC BS, 2017. Disponível em: <<https://even3.azureedge.net/anais/51767.pdf>>. Acesso em: 03 mar.2018.
- PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico de pastagens: em regiões tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Centaurus, 1982. 180 p.
- PRIMAVESI, A. **Agroecologia: ecosfera, tecnosfera e agricultura**. São Paulo: Nobel, 1997. 199 p.
- PRIMAVESI, A. Revisão do Conceito de Agricultura Orgânica: Conservação do solo e seu efeito sobre a água. **Biológico**, São Paulo, v.65, n. 1/2, p. 69-73, 2003.
- PRIMAVESI, A. **O solo tropical - Casos - Perguntando sobre solo** Fundação Mokiti Okada e Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Tem – MST. 1ª edição. 2009a. 115 p.

PRIMAVESI, A. **Cartilha do solo**: como reconhecer e sanar seus problemas. Fundação Mokiti Okada e Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra – MST. 1ª edição. 2009b. 71 p.

PROFERT –MG – PROGRAMA INTERLABORATORIAL DE CONTROLE DE QUALIDADE DE ANÁLISE DE SOLO DE MINAS GERAIS. **Manual do Laboratorista**. Ed. 1. 2005. 33p. Disponível em <<http://www.profertmg.com.br/secao.htm?idSecao=47>>. Acesso em: 29 jun. 2018.

PROTAS, J. F. S.; CAMARGO, U. A. **Vitivinicultura brasileira**: panorama setorial de 2010. Brasília: SEBRAE; Bento Gonçalves: IBRAVIN; Embrapa Uva e Vinho, 2011. 110 p.

PROTAS, J. L.; CAMARGO, U.A.; MELLO, L.M. **A vitivinicultura brasileira**: realidade e perspectivas. Embrapa Uva e Vinho. Artigo modificado em 24 de abril de 2014. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/artigos/vitivinicultura/>>. Acesso em: 24 jan. 2018.

PUERARI, H.; ARIEIRA, C. R. D.; MOURA, M. F.; BIELA, F.; CHIAMOLERA, F. M.; CUNHA, T. P. L. Reação de porta-enxertos de videira a *Pratylenchus brachyurus* e *Pratylenchus zaei*. **Tropical Plant Pathology**, Brasília-DF, v.37, n 3, p. 220-222, 2012.

QUEIROZ, D. S.; SANTOS, I. C.; PURCINO, H. M. A; FONTANÉTTI, A. Guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.). In: JUNIOR, T. J. P. & VENZON, M. (Coords.). **101 Culturas**: manual de tecnologias agrícolas. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. p. 427-430.

RANGEL, M. A. S.; LOUREIRO, E. de S.; ALMEIDA, A. S. de; ALVES, ONO, F. B.; LOBO, P. M.; MARIANI, M. A.; PESSOA, L. G. A.; SILVA, A. J. Avaliação participativa do controle de cigarrinhas das pastagens com aplicação do fungo *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. **Cadernos de Agroecologia**, (S.I.), v.2, n.2, p.731-734, out. 2007. Disponível em: <<http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/2485>>. Acesso em: 22 jun. 2018.

RICCI, M. S. F.; ALVES, B. J. R.; MIRANDA, S. C.; OLIVEIRA, F. F. Growth rate and nutritional status of an organic coffee cropping system. **ScientiaAgricola**, Piracicaba, v. 62, n. 2, p. 138-144, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sa/v62n2/23493.pdf>>. Acesso em: 20. nov. 2017.

RICCI, M. S. F; ARAUJO, M. C. F.; FRANCH, C. M. C. **Cultivo orgânico do café**: recomendações técnicas. Brasília: Embrapa Informação tecnológica, 2002. 101p.

RICHART, A.; TAVARES FILHO, J.; BRITO, O. R.; LLANILLO, R. F.; FERREIRA, R. Compactação do solo: causas e efeitos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 3, p. 321-344, 2005.

RITSCHER, P.; MAIA, J. D. G.; CAMARGO, U. A.; SOUZA, R. T. Novas cultivares brasileiras de videira de mesa. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.36, n. 289, p.19-28, 2015.

ROCHA, O. C. **Atributos do solo e resposta do cafeeiro a regimes hídricos com e sem braquiária nas entrelinhas**. 2014. 128f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2014.

ROCKSIL®. Disponível em: <<http://www.herbivale.com.br/arquivos/folderrocksil.pdf>>. Acesso em 26 Jun. 2018.

ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. Histórico da adubação verde no Brasil. In: LIMA FILHO, O. F.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. v. 1. Brasília: Embrapa, 2014. p. 37-58.

RUAS, E. D.; BRANDÃO, I. M. M.; CARVALHO, M. A. T.; SOARES, M. H. P.; MATIAS, R. F.; GAVA, R. C.; MESONES, W. G. P. **Metodologia participativa de extensão rural para o desenvolvimento sustentável** – MEXPAR. Belo horizonte: EMATER-MG, 2006. 134 p.

RUPP, L. C. D.; VENTURINI, L. **Produção de uvas orgânicas**: programa de fortalecimento da viticultura familiar da Serra Gaúcha. Ed. Grafsul C. Carnielutti & Irmão LTDA: MDA/IBRAVIN – Assistência Técnica e Extensão Rural aos agricultores familiares – APL Serra Gaúcha, 2012. 21 p. (MDA/IBRAVIN. Publicação técnica, 3).

SALGADO, S.M. de L.; CARNEIRO, R. M. D. G.; PINHO, R. S. C. **Aspectos técnicos dos nematoides parasitas do cafeeiro**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2011. 60 p. (EPAMIG. Boletim Técnico, 98).

SALGADO, S. M. de L.; GUIMARÃES, N. M. R. B.; BOTELHO, C. E.; TASSONE, G. A. T.; MARCELO, A. L.; SOUZA, S. R. de; OLIVEIRA, R. D. L.; FERREIRA, D. F. *Meloidogyne paranaensis* e *Meloidogyne exigua* em lavouras cafeeiras na região Sul de Minas Gerais. **Coffee Science**, Lavras, v. 10, n. 4, p. 475–481, 2015.

SALTON, J. C.; KICHEL, A. N. **Milheto**: alternativa para cobertura do solo e alimentação animal. Dourados: EMBRAPA, 1998. 6 p. (EMBRAPA. Folheto).

SALTON, J. C.; TOMAZI, M. **Sistema radicular de plantas e qualidade do solo**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2014. 6 p. (Embrapa Agropecuária Oeste, Comunicado Técnico, 198).

SANTOS, R. H. S.; BARRELA, T. P.; CHAVES, J. C. D.; LIMA, P. C.; MOURA, W. M. Adubação verde em cafezais. In: LIMA FILHO, O. F.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. v. 2. Brasília: Embrapa, 2014. p. 201-240.

SEBRAE NACIONAL. **Agronegócio**: O mercado para os produtos orgânicos está aquecido. 21 set. 2017. Disponível em:

<<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-mercado-para-os-produtos-organicos-esta-aquecido,5f48897d3f94e410VgnVCM1000003b74010aRCRD>> Acesso em: 20 nov.2017.

SILVA, E. C.; AMBROSANO, E. J.; SCIVITTARO, W. B.; MURAOKA, T.; BUZETTI, S.; CARVALHO, A. M. Adubação verde como fonte de nutrientes às culturas. In: LIMA FILHO, O. F.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. v. 1. Brasília: Embrapa, 2014. p. 265-305.

SILVA, F. C. da (Editor técnico). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. rev. ampl. - Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.

SILVA, R. H.; ROSOLEM, C. A. Crescimento radicular de espécies utilizadas como cobertura decorrente da compactação do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, p. 253-260, 2001.

SOARES, C. R. F. S.; CANTON, L.; VOGES, J. G.; AMBROSINI, V. G.; MELO, G. W. B. de; BRUNETTO, G. Colonização micorrízica e crescimento da videira (*Vitis vinifera*, Porta-Enxerto P1103) em solo com alto teor de cobre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 34, 2013, Florianópolis, SC. Ciência do solo: para que e para quem? **Anais...** Florianópolis: SBCS, 2013. 4 p.

SOUZA, H. A.; FARIAS, J. L. S.; FERNANDES, F.E.P.; GUEDES, F. L.; POMPEU, R. C. F. F.; ROUWS, J. R. C. Avaliação participativa de indicadores de solo e sanidade de cultivos em sistemas de produção na Comunidade Pé de Serra Cedro, no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 11, n 3, p. 206-215, 2016. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/156877/1/CNPC-2016-avaliacao-participativa.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2018.

SOUZA, L. S.; SOUZA, L. D.; CARVALHO, J. E. B. Adubação verde na física do solo. In: LIMA FILHO, O. F.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. v. 1. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 335-369.

STÖCKER, C. M. Qualidade do solo em áreas sob cultivo de videira em propriedades agrícolas familiares no município de Pelotas – RS. 2015. 87 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Sistema de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 3, p. 421-428, 2008.

THUN, M. **O trabalho na terra e as constelações**. 3. ed. Botucatu: Ed. Centro Demeter, 1986. 56 p. (Centro Demeter. Cadernos Demeter, 2).

TURCO, P. H. N.; ESPERANCINI, M. S.T.; BUENO, O. C.; CAIADO, J.; OLIVEIRA, M. D. M. Eficiência econômica no sistema de café orgânico: estudo de caso dos cooperados da COOPFAM. **Informações Econômicas**, v. 42, n. 3, p. 31-39, 2012. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/281640480_Eficiencia_Economica_no_Sistema_de_Cafe_Organico_estudo_de_caso_dos_cooperados_da_COOPFAM>. Acesso em: 25 fev. 2018.

VIDAL, A.; JOVCHELEVICH, P. (Coords.). **Calendário biodinâmico**: 2018. Botucatu: Associação Brasileira de Agricultura Biodinâmica, v. 15, 2017. 193p.

VIEIRA, R. F.; VIEIRA, C.; VIEIRA, R. F. Guandu. In: VIEIRA, R. F.; VIEIRA, C.; VIEIRA, R. F. **Leguminosas graníferas**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2001. p.151-160. Disponível em: <<http://rogeriofvieira.com/wp-content/uploads/2016/04/GUANDU.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2018.

WILDNER, L. P. Adubação verde: conceitos e modalidades de cultivo. In: LIMA FILHO, O. F.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. v. 2. Brasília: Embrapa, 2014. p. 19-44.

WINK, C.; GUEDES, J. V. C.; FAGUNDES, C. K. ROVEDDER, A. P. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 4, n. 1, p. 60-71, 2005.

WOHLENBERG, E. V.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; BLUME, E. Dinâmica da agregação de um solo franco-arenoso em cinco sistemas de culturas em rotação e em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 891-900, 2004.

WUTKE, E. B.; AMBROSANO, J. E.; RAZERA, L. F.; MEDINA, P. F.; CARVALHO, L. H.; KIKUTI, H. (Coord.). **Bancos comunitários de sementes de adubos verdes: informações técnicas**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2007. 52p.

WUTKE, E. B.; CALEGARI, A.; WILDNER, L. P. Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendações para seu uso. In: LIMA FILHO, O. F.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. v. 1. Brasília: Embrapa, 2014. p. 59-167.

WUTKE, E. B.; TERRA, M. M.; PIRES, E. J. P.; COSTA, F.; SECCO, I. L.; RIBEIRO, I. J. A. Influência da cobertura vegetal do solo na qualidade dos frutos de videira niágara rosada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 434-439, 2005.

ANEXOS:

Anexo A: Formulário para avaliação participativa da qualidade do solo das unidades de observação instaladas em lavouras orgânicas de café e uva, submetidas ao consórcio com adubos verdes

Propriedade / Unidade de observação:

Cultura / Tratamento avaliado:

Data: ___ / ___ / ____

Treze indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas – *qualidade de solo** - com seus valores e características correspondentes, adotados para avaliação participativa.

Valores entre 1 e 10 devem ser assumidos para cada indicador avaliado

Valor estabelecido	Características de cada indicador	Valor estimado
1. PROFUNDIDADE DO SOLO (PROFUNDIDADE DO HORIZONTE SUPERFICIAL MAIS RICO EM MATÉRIA ORGÂNICA / CAMADA ESCURA)		
1	Subsolo quase exposto ou exposto – Camada escura <5cm	
5	Fina superfície de solo – Camada Escura de 5 a 10 cm	
10	Solo superficial – Camada Escura > 10 cm	
2. ESTRUTURA		
1	Solto, empoeirado sem visíveis agregados	
5	Poucos agregados que quebram com pouca pressão	
10	Agregados bem formados difíceis de serem quebrados	
3. COMPACTAÇÃO		
1	Solo compactado, arame encurva-se facilmente	
5	Fina camada compactada, alguma restrição à penetração arame	
10	Sem compactação, arame é todo penetrado no solo	
4. ESTADO DE RESÍDUOS		
1	Resíduos orgânicos com lenta decomposição	
5	Presença de resíduos em decomposição de pelo menos um ano	
10	Resíduos em vários estágios de decomposição, muitos resíduos bem decompostos	

5.COR, ODOR E MATÉRIA ORGÂNICA		
1	Pálido, odor fétido ou de pântano e ausência de húmus	
5	Marrom claro, sem odor e com alguma presença de húmus	
10	Marrom escuro, odor agradável de matéria fresca e abundante presença de húmus	
6. RETENÇÃO DE ÁGUA (grau de umidade após irrigação ou chuva)		
1	Solo seco, não retém água	
5	Grau limitado de umidade por um curto período de tempo	
10	Considerável grau de umidade por um curto período de tempo	
7. COBERTURA DO SOLO		
1	Solo exposto	
5	Menos de 50% do solo coberto por resíduos ou cobertura viva	
10	Mais de 50% do solo coberto por resíduos ou cobertura viva	
8.EROSÃO		
1	Erosão severa, presença de pequenos valos	
5	Evidentes, mas poucos sinais de erosão	
10	Ausência de sinais de erosão	
9. PRESENÇA DE INVERTEBRADOS		
1	Ausência de atividade de invertebrados	
5	Poucas minhocas e artrópodes presentes	
10	Presença abundante de organismos invertebrados	
10. ATIVIDADE MICROBIOLÓGICA		
1	Muito pouca efervescência após aplicação de água oxigenada	
5	Efervescência leve a média	
10	Efervescência abundante	

11. DESENVOLVIMENTO DE RAÍZES		
1	Raízes pouco desenvolvidas, enfermas, curtas	
5	Raízes de crescimento limitado, observam-se algumas raízes finas	
10	Raízes com bom crescimento, saudáveis e profundas, com presença abundante de raízes finas	
12. PLANTAS INDICADORAS		
1	Plantas que indicam solos ácidos, baixa fertilidade, compacto ou poento	
5	Plantas que indicam solos com fertilidade parcialmente melhorada ou firmes	
10	Plantas que indicam solos férteis e bem estruturados.	
13. DIVERSIDADE DE PLANTAS ESPONTÂNEAS		
1	Uma espécie de planta espontânea	
5	Até 3 ou 4 espécies espontâneas	
10	Alta diversidade de espécies espontâneas.	
MÉDIA DA QUALIDADE DO SOLO:		

Fonte: Adaptada de ALTIERI; NICHOLLS (2002) e NICHOLLS et al. (2004)