Cafeicultura no Caparaó: Resultados de Pesquisas IV



Organizadores

João Batista Pavesi Simão
Telma Machado de Oliveira Peluzio
João Batista Esteves Peluzio
Alex Justino Zacarias
Mário Euclides Pechara da Costa Jaeggi

Cafeicultura no Caparaó: Resultados de Pesquisas IV

Cafeicultura no Caparaó: Resultados de Pesquisas IV

Ifes-Campus de Alegre

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Espírito Santo Rodovia ES 482, km 47, Cx. Postal-47, Distrito de Rive, Alegre-ES Telefone: (28) 3546-1800 www.alegre.ifes.edu.br

Capa

João Batista Pavesi Simão Foto: João Batista Pavesi Simão

Editoração Eletrônica

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Espírito Santo

Revisão Técnica

João Batista Pavesi Simão - Ifes - Campus de Alegre João Batista Esteves Peluzio - Ifes - Campus de Alegre Telma Machado de Oliveira Peluzio - Ifes - Campus de Alegre

Contato

Telma Machado de Oliveira Peluzio - Ifes - Campus de Alegre e-mail: tmpeluzio@ifes.edu.br Tel.: (28) 3564-1800

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS

O livro é gratuito, podendo ser impresso. A violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610/98) é crime (art. 184 do Código Penal). Depósito legal na Biblioteca Nacional, conforme Decreto nº 1.825, de 20/12/1907.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (Biblioteca Monsenhor José Bellotti, Ifes – Campus de Alegre, ES, Brasil)

S 888 Cafeicultura no Caparaó: Resultados de Pesquisas IV / João Batista Pavesi Simão...[*et al.*], organizadores. – Alegre-ES: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, 2020.

169 p.

Inclui bibliografia.

ISBN: 978-65-86361-55-1

Indicação Geográfica.
 Coffea arabica.
 Coffea canephora.
 Café.
 Território.
 Qualidade.
 Simão, João Batista Pavesi,
 1963-.

CDU: 631

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal do Espírito Santo (IFES) – Campus de Alegre.

Ao Curso Superior de Tecnologia em Cafeicultura.

À empresa Caparaó Júnior.

Em especial, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para o desenvolvimento deste livro.

PREFÁCIO

Definitivamente, o ano de 2020 ficará na memória de várias gerações, e inicio esse prefácio lembrando que muitos brasileiros ficaram pelo caminho em função da pandemia do COVID-19. De forma inédita, a população mundial teve cerceado o direito de "ir e vir". Pelo bem comum, por um período, vivenciamos o dia em que a terra parou, como profetizado por Raul Seixas. Escolas, trabalho, igrejas, lojas, restaurantes, bares, parques e até praias se fecharam aos usuários, clientes, trabalhadores, alunos e fiéis.

O mundo precisou se reinventar para continuar (ou tentar) seguir em frente. As pessoas se ajustaram às alterações de padrões nas suas vidas e, bem ou mal, estamos chegando ao final do ano 2020. No entanto, um dos setores da economia que não parou foi o da agropecuária, onde mesmo diante da pandemia, milhares de trabalhadores mantiveram sua força de trabalho a serviço do país. No caso específico do café, o Brasil colheu em 2020, em meio à pandemia, a segunda maior safra de todos os tempos, atrás apenas da colheita de 2018, quando a produção chegou a mais de 61 milhões de sacas.

Um setor que foi igualmente desafiado durante o ano foi o do ensino, onde foram afetados alunos da educação infantil, dos ensinos fundamental e médio (incluso o técnico) e das universidades (graduação e pós graduação). De uma hora para a outra, as aulas presenciais precisaram ser substituídas para a modalidade de ensino à distância (EAD) e os desafios dessa transição foram e estão sendo imensos.

O desafio também foi enorme para o setor de ciência, tecnologia e inovação onde a pesquisa cafeeira também não pôde parar. Por serem espécies perenes, as plantas do gênero *Coffea* demandam pesquisa contínua, persistente e ininterrupta para alcançar seus objetivos. E na esteira desse processo, também foram provocados a se reinventar os setores de Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER), divulgação cientifica e transferência de tecnologia. O uso de tecnologias de informação e internet passaram a fazer parte do cotidiano de todos, e no setor cafeeiro não foi diferente.

Tendo como pano de fundo um ano atípico, é com grande satisfação que prefacio a presente publicação, que trata de resultados de pesquisa cafeeira na Região do Caparaó. Destaco a importância da realização de pesquisas regionais, tendo em vista

que os cafeeiros, tanto Arábica quanto Canéphora, apresentam grande interação com o ambiente.

A presente publicação apresenta resultados de grande relevância ao setor cafeeiro, passando por temas do básico ao aplicado, das mudas à xicara, seguindo pela fertilidade e conservação do solo, genética, fisiologia, entomologia, pós colheita e cafeicultura de precisão. São resultados de anos de pesquisa e que agora chegam a um grande número de interessados, sobretudo aos alunos do Instituto Federal do Espírito Santo – Campus de Alegre, aos técnicos de ATER e aos cafeicultores. De nada vale o investimento em ciência e tecnologia se não for para chegar ao usuário final, gerando divisas e melhorando suas condições de vida.

Dessa forma, reverencio os autores e organizadores da presente publicação, por demonstrarem resiliência e compromisso indiscutível com o setor cafeeiro, sobretudo da Região do Caparaó.

Aos amigos do IFES – Campus de Alegre nossas sinceras...

Saudações Cafeeiras !!!

SÉRGIO PARREIRAS PEREIRA

Pesquisador Científico do Instituto Agronômico (IAC) da Secretaria de Agricultura e Abastecimento de São Paulo.

Articulador da Rede Social do Café (PEABIRUS)

ORGANIZADORES

João Batista Pavesi Simão

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - Campus de

Alegre - Departamento de Desenvolvimento Educacional

CEP: 29500-000 - Alegre, ES

Endereço eletrônico: jbpavesi@ifes.edu.br

Telma Machado de Oliveira Peluzio

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - Campus de

Alegre - Departamento de Desenvolvimento Educacional

CEP: 29500-000 – Alegre, ES

Endereço eletrônico: tmpeluzio@ifes.edu.br

João Batista Esteves Peluzio

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - Campus de

Alegre - Departamento de Desenvolvimento Educacional

CEP: 29500-000 - Alegre, ES

Endereço eletrônico: jbpeluzio@ifes.edu.br.

Alex Justino Zacarias

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo - Campus de

Alegre - Programa de Pós-graduação Profissional em Agroecologia

CEP: 29500-000 - Alegre, ES

Endereço eletrônico: alexjustino12@gmail.com

Mário Euclides Pechara da Costa Jaeggi

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro

Doutorando no Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal

CEP: 28013-602 – Campos dos Goytacazes, RJ

Endereço eletrônico:mariopechara@hotmail.com

ÍNDICE ANALÍTICO

Capítulo 1	Página
Mapeamento e caracterização topográfica das lavouras de café situadas no	
município de Conceição do Castelo, Espírito Santo	09
Capítulo 2	
Desenvolvimento inicial a campo de mudas de café conilon produzidas em	
diferentes recipientes e substratos orgânicos	22
Capítulo 3	
Efeito de diferentes intensidades de desfolha sobre o crescimento e a produção	
de café conilon.	34
Capítulo 4	
Metodologia alternativa para estimar o coeficiente de escoamento superficial e	
a perda de solo em lavouras de café	51
Capítulo 5	
Fertilidade do solo em lavouras de café conilon em Feliz Lembrança, Alegre-	
ES	63
Capítulo 6	
Rendimento e redução do volume dos frutos do café conilon 'robusta tropical'	
processado por via seca submetido à secagem em terreiro	
convencional	75
Capítulo 7	
Diversidade genética e análise morfoagronômica dos acessos de café do banco	
de germoplasma da Heringer	86
Capítulo 8	
Características físicas e sensoriais de cafés da região dos Pontões, Mimoso do	
Sul, Espírito Santo	100
Capítulo 9	
Estimativa do nível populacional da broca-do-café por meio de armadilhas	
modelo IAPAR associada à análise espaço-temporal	111
Capítulo 10	
Substratos e recipientes na produção de mudas de café conilon	129
Capítulo 11	
Técnicas de agricultura de precisão aplicadas na análise espacial da umidade e	
densidade do solo em uma área cultivada com café	153

CAPÍTULO I

MAPEAMENTO E CARACTERIZAÇÃO TOPOGRÁFICA DAS LAVOURAS DE CAFÉ DO MUNICÍPIO DE CONCEIÇÃO DO CASTELO, ESPÍRITO SANTO, A PARTIR DE ORTOFOTOS OBTIDAS EM 2007

Rebyson Bissaco Guidinelle

Jéferson Luiz Ferrari

João Batista Esteves Peluzio

Telma Machado de Oliveira Peluzio

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de café do mundo, exportando no ano de 2019 um volume físico de 40,6 milhões de sacas de 60 kg para 128 países, o que rendeu US\$ 5,1 bilhões de receita cambial no ano (CONAB, 2020). Tais resultados ressaltam a importância da atividade cafeeira no cenário sócio econômico brasileiro e a responsabilidade e representatividade do país no consumo mundial de café.

No Brasil, os estados de Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Bahia, Rondônia e Paraná são considerados os maiores produtores de café, sendo responsáveis por cerca de 98,7% da produção nacional de café na safra 2018/2019. O maior produtor de café é o estado de Minas Gerais, com um valor estimado de 24,5 milhões de sacas de café, seguido pelo estado do Espírito Santo, com um total de 13,5 milhões de sacas (CONAB, 2020).

O estado do Espírito Santo é o maior produtor de café conilon do país, com cerca de 10,5 milhões de sacas, e o terceiro de café arábica, com 3 milhões de sacas (CONAB, 2020). A cafeicultura está presente praticamente em todos os seus 78 municípios e um desses municípios é Conceição do Castelo, onde a cafeicultura é responsável por forte geração de desenvolvimento social e econômico. Segundo o Plano Estratégico de Desenvolvimento da Agricultura Capixaba (PEDEAG), o município se caracteriza por

apresentar pequenas propriedades, de base familiar, tendo como principais culturas a de *Coffea arabica* e *Coffea canephora* (PEDEAG, 2016).

Apesar da importância da atividade cafeeira para o município, há poucos dados sobre a produção e a área plantada de café no município de Conceição de Castelo. Os únicos dados existentes são do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, em conjunto com o Grupo de Coordenação de Estatísticas Agropecuárias (INCAPER/GCEA, 2004), que reportam o total de 6.500 ha de área plantada com café no município. O conhecimento da área cultivada com café e das condições topográficas em que as lavouras estão situadas são importantes e podem ser consideradas estratégicas, possibilitando, aos gestores do agronegócio café, decisões mais seguras.

Neste contexto, objetivou-se, neste trabalho, mapear e caracterizar topograficamente as lavouras de café do município de Conceição do Castelo - ES.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área de estudo

O município de Conceição do Castelo está localizado na região Sudoeste Serrana do Espírito Santo, Brasil, a cerca de 130 km da capital do estado, entre as seguintes coordenadas geográficas: longitude 41°10'00" e 41°22'00" O, e latitude 21°14'00" e 20°30'00" S (Figura 1).

O município possui características climáticas de montanha, relevo fortemente ondulado e montanhoso. A sede do munícipio está em uma altitude de 640 m e o ponto culminante está à 1.502 m. Possui uma superfície territorial de 361,7 km², composto por 40 comunidades, incluindo a sede (IJSN, 2014).

South South

41"100"0

Datum SIRGAS 2000

Figura 1 – Localização do município de Conceição do Castelo em relação ao estado do Espírito Santo, Brasil

Fonte: Elaborado pelos autores.

41"180"0

2.2. Procedimentos metodológicos

O mapeamento e a caracterização topográfica das lavouras de café situadas no município de Conceição do Castelo foram realizados mediante o uso de Sistema de Informação Geográfica (SIG). O aplicativo computacional empregado foi o *ArcGIS* ® versão 10.4 (ESRI, 2016). Para o mapeamento das lavouras de café, foram utilizadas ortofotos do levantamento aerofotogramétrico do Estado do Espírito Santo referentes ao ano de 2007/2008, que apresentam resolução espacial de 1 m e escala de 1:35.000 (GEOBASES, 2015). Na caracterização topográfica, foram utilizados arquivos digitais de curvas em nível, que apresentam equidistância vertical de 20 m (IBGE, 2015), e dos tipos de solos do Estado do Espírito Santo (EMBRAPA, 2011). Foram também utilizados os arquivos digitas do município de Conceição de Castelo e do Estado do Espírito Santo (IJSN, 2014).

Todos esses dados espaciais tiveram suas projeções cartográficas reprojetadas para o Sistema de Coordenadas Geográficas e o Datum SIRGAS 2000.

O mapeamento das lavouras de café foi feito utilizando a técnica de vetorização em tela, chamada de fotointerpretação visual, sobre as ortofotos, na escala 1:1.500. Os princípios para a escolha, definição e padronização da classe "Café" foram referenciados a partir do Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2006), com apoio do glossário de termos em atividades agropecuárias, florestais e ciências ambientais (ORMOND, 2006).

No Quadro 1, encontra-se a chave de fotointerpretação utilizada para o reconhecimento das lavouras cafeeiras, onde todas as classes de café e suas descrições foram reunidas em uma única classe, "Café".

Quadro 1 – Chave de fotointerpretação das lavouras cafeeiras

Classes de Café	Fotos	Descrição
Lavoura consorciada		Lavora que apresenta espaçamento com Identificação de outras espécies.
Lavoura nova		Lavora com um verde muito forte, vigorosa e bem adensada.
Lavoura recepada		Tom claro com linhas visíveis de café recepado.
Transição entre lavoura e área de floresta		É possível observar a mudança no tom do verde.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A topografia do município foi caracterizada pelo tipo de solo, pela elevação (altitude) e

pela declividade do terreno. Para a caracterização, foram utilizadas as ferramentas *Clip*, *Elevation*, *Slopee Reclassify*, disponíveis no aplicativo computacional.

As elevações foram classificadas em três classes: 320 a 450 m, 450,1 a 1.100 m e 1.100,1 a 1.472 m. Os declives, foram classificados em duas classes: 0 a 45° e maior que 45°. A adoção das classes de declividade visou entender a distribuição das lavouras de café dentro do contexto das áreas de preservação permanente, conforme o Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012), o qual estabelece que as encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive, devem ser preservadas.

Na Figura 2, tem-se o fluxograma dos procedimentos empregados no mapeamento e na caracterização da topografia das lavouras de café situadas no município de Conceição do Castelo - ES.

Analysis Tools (Clip) Мара Chave de fotointerpreteção das Ortofotos Escala 1:1.500 Lavouras Shapefile do Municipío Caracterização Topográfica das Мара Lavouras de Solos Analysis Tools (Clip) Мара Solos Spatial Analyst (Elevation e Slop) Curvas em Níve Altitude Мара da Declividade

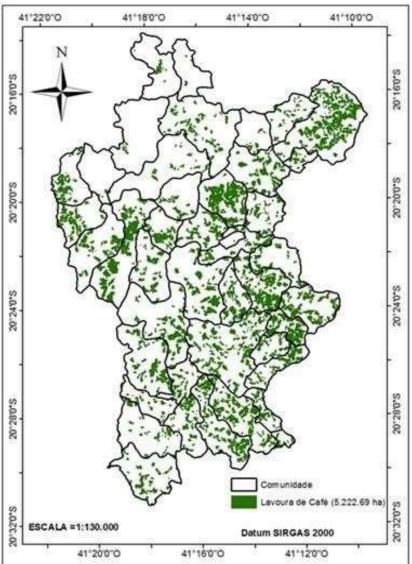
Figura 2 – Fluxograma dos procedimentos metodológicos

Fonte: Elaborado pelos autores.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da fotointerpretação, foi possível gerar um mapa que apresenta a distribuição das lavouras de café do município de Conceição do Castelo -ES, referente ao ano de 2007 (Figura 3). Nele, é possível verificar que a área total de café foi de 5.222,69 ha, o que representa 14,43% da área total do município. Tais resultados ratificam a importância da cafeicultura para o município, já que a mesma se caracteriza como a principal fonte de renda dos agricultores.

Figura 3 - Mapa das lavouras cafeeiras do município de conceição do Castelo - ES em 2007



Fonte: Elaborado pelos autores.

As áreas de cultivo com café estão distribuídas em todos os quadrantes geográficos. A área totalizada com café difere de levantamento sistemático da produção agrícola no município realizado no de 2004 (INCAPER/GCEA, 2004), que apontou ter o município 6.500 ha com lavouras, sendo 5.200 ha com café arábica e 1.300 ha com café conilon.

O mapa da distribuição das lavouras cafeeiras em relação aos tipos de solos do município de Conceição do Castelo é apresentado na Figura 4.

41°26'0"O 41"180"0 41"100"0 41'20'0 Comunidade Lavoura de Café Afforamento de Rochas Cambissolo Háplico Chernossolo Argilúvico Latossolo Vermelho-Amarelo Neossolo Litólico 20"280"S Nitossolo Vermelho ESCALA =1:183.000 Datum SIRGAS 2000 41°22'0"0 41"140"0 41"60"0 40°58'0"O

Figura 4 - Distribuição das lavouras cafeeiras sobre as classes de solo do município de Conceição do Castelo - ES, em 2007

Fonte: Elaborado pelos autores.

Foram encontradas lavouras de café em seis feições relacionadas aos tipos de solos: Afloramento de Rochas; Cambissolo Háplico; Chernossolo Argilúvico; Latossolo Vermelho-Amarelo; Neossolo Litólico e Nitossolo Vermelho (Figura 4).

Os resultados das áreas de cada tipo de solo, bem como o total das áreas de lavouras de café em cada tipo de solo são apresentados na Tabela 1. Nota-se que as classes de solos mais expressivas são: Latossolo Vermelho-Amarelo; Cambissolo Háplico e o Nitossolo

Vermelho.

Tabela 1 – Áreas dos tipos de solos e áreas cultivadas com café do município de Conceição do Castelo – ES

Classes de seles	Área dos	solos	Área de café	
Classes de solos —	km²	%	ha	%
Afloramento de Rochas	4,24	1,17	73,36	1,40
Cambissolo Háplico	46,31	12,80	649,43	12,43
Chernossolo Argilúvico	2,93	0,81	100,54	1,93
Latossolo Vermelho-Amarelo	251,30	69,48	3.266,21	62,54
Neossolo Litólico	15,29	4,23	222,83	4,27
Nitossolo Vermelho	41,63	11,51	910,32	17,43
Total	361,70	100,00	5.222,69	100,00

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os Latossolos ocupam a maior área, com um total de 251,30 km², equivalente a 69,48% da área total do município. Segundo o Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural (PROATER, 2011), o solo predominante do município de Conceição do Castelo é o Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, com fertilidade média e baixa. Aí o pH se encontra em torno de 5,0, com bom potencial para o desenvolvimento da cafeicultura.

As lavouras de café, por sua vez, estão localizadas, na sua maioria, na classe Latossolo Vermelho-Amarelo, com uma área total de 3.266,21 ha (62,54%). Em seguida, vêm as lavouras em solo da classe Nitossolo vermelho (910,32 ha).

A distribuição espacial das lavouras de café em relação as altitudes do município são mostradas na Figura 5. Verifica-se que o município apresenta altitudes de 320 a 1.472 m, com média de 820 m, exibindo condições altimétricas aptas para o cultivo de ambas as espécies de café.

\$2.000 41°220°0 41°140°0 41°60°0 \$2.000 \$2.0

Figura 5 - Distribuição das lavouras cafeeiras sobre as classes de altitude do município de Conceição do Castelo - ES, em 2007

Fonte: Elaborado pelos autores.

Se considerarmos que, para a produção de café arábica no Estado do Espírito Santo, as regiões devem, preferencialmente, apresentar altitudes de 450,1 a 1.100 m (FERRÃO *et al.*, 2009), pode-se dizer que, o município de Conceição do Castelo possui maior potencialidade para o cultivo desta espécie, pois esta faixa de altitude predomina (Tabela 2). Nesta classe de altitude, se encontra também o maior percentual das lavouras de café, cerca de 4.420,50 ha (84,64%).

Tabela 2 – Áreas das classes de altitudes e áreas cultivadas com café do município de Conceição do Castelo, Espírito Santo, em 2007

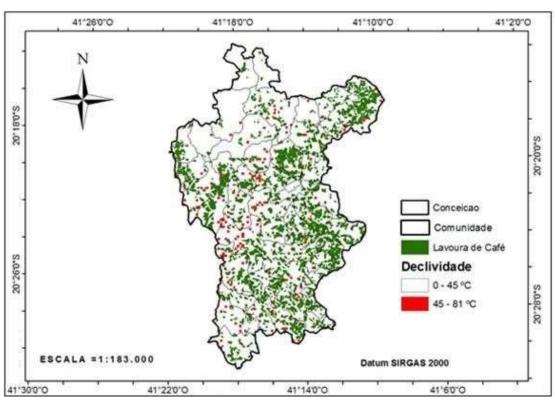
Classes de	Área das class	ses de altitude	Área de café	
altitudes	km²	%	ha	%
320 - 450 m	22,93	6,30	576,61	11,04
450,1-1.100 m	277,88	76,83	4.420,50	84,64
1.100,1 − 1.472 m	60,88	16,87	225,58	4,26
Total	361,70	100,00	5.222,69	100,00

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na classe de 320 a 450 m de altitude, está a segunda maior área cultivada com café (576,61 ha ou 11,04%), apesar de ser a menor classe de expressão territorial, em decorrência da altitude ser inferior a 500 m, com predominância de café conilon. Segundo Ferrão *et al.* (2007), o café conilon se desenvolve melhor em regiões de altitudes abaixo de 500 m, sem impedimentos pedológicos e com déficit hídrico anual abaixo de 350 mm.

A distribuição espacial das lavouras de café em relação aos declives do relevo do município é exibida na Figura 6 e Tabela 3. Observou-se que a maior parte das lavouras de café localiza-se em terrenos com declividade entre 0 a 45° (275,73 ha ou 76,24%), o que é desejável para a conservação do solo. Dadalto *et al.* (2007) relatam que o café deve ser cultivado em áreas com declives baixos, de preferência, inferior a 13,5°, de modo a minimizar os processos relacionados à erosão.

Figura 5 - Distribuição das lavouras cafeeiras sobre as classes de declividade do município de Conceição do Castelo - ES em 2007



Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 3 – Áreas das classes de declividade e das áreas cultivadas com café no município de Conceição do Castelo, Espírito Santo, em 2007

Classes de —	Área das declividades		Área d	le café
declividades	km²	%	ha	%
$0-45^{\circ}$	275,73	76,24	5.112,86	97,89
45 a 81°	85,97	23,76	109,83	2,11
Total	361,70	100,00	5.222,69	100,00

Fonte: Elaborado pelos autores.

Segundo o Código Florestal Brasileiro (2012), no artigo 4º inciso V, áreas acima de 45º ou 100% de declividade são Áreas de Proteção Permanente (APPs), onde não se pode praticar a agricultura. No município de Conceição do Castelo, no que se refere a cafeicultura, há áreas plantadas acima de 45º de declividade, totalizando 109,83 ha, que representam 2,11% da cafeicultura do município, em inconformidade com a legislação...

4. CONCLUSÃO

O município de Conceição do Castelo possui 5.222,69 ha cultivados com café, representando 14,43% de sua área total. As lavouras de café estão instaladas, predominantemente, em Latossolo Vermelho-Amarelo, na faixa de altitude entre 450,1 e 1.100 m e em terrenos com declive inferior a 45°.

5. REFERÊNCIAS

BRASIL.(2012). **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012:** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Revoga as Leis nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 13 mar. de 2017.

CONSELHO DOS EXPORTADORES DE CAFÉ DO BRASIL (CECAFÉ). **Relatório Mensal dezembro 2019**. (2019). Disponível em:

http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/informe_estatistico/CECAFE_Relatori o_Mensal_DEZEMBRO_2019.pdf . Acesso em: 23 abr. de 2020.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira**: Café – Primeiro Levantamento, Safra 2020. Brasília. 62p. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe Acesso em: 23 abr. 2020.

DADALTO, G.G.; LANI, J.A.; PREZOTTI, L.C. Conservação do solo. In: DAVIS, C.; CÂMARA, G. Arquitetura de sistemas de informação geográfica. Introdução à ciência da geoinformação. São José dos Campos, SP, 2001. 345p.

EMBRAPA. **O Novo Mapa de Solos do Brasil**. Embrapa Solos, 2011. Disponível em:< https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/920267> . Acesso em: 23 abr. 2020.

ESR. ArcMap TM for Desk top. Arc GIS®, versão 10.4 educacional. 2016.

FERRÃO, M.A.G. *et al.* **Técnicas de produção de café arábica: renovação e revigoramento das lavouras no Estado do Espírito Santo**. Vitória, ES: Incaper, 2009. 56p.

FERRÃO, R.G. *et al.* Café Conilon: Técnicas de Produção com Variedades Melhoradas. 4ª ed. Vitória, ES: Incaper, 2012. 42p.

FERRÃO, R.G. et al. Café Conilon. Vitória, ES: Incaper, 2007. 24p.

GEOBASES. **IEMA** – **Ortofotomosaico** – **ES** – **2007-2008.** Disponível em: < https://geobases.es.gov.br/links-para-mapes1215 >. Acesso em: 15 abr. de 2012.

IBGE. Cartas topográficas vetoriais do mapeamento sistemático (2015). Disponível em: http://www.lbge.gov.br. Acesso em: 15 jul. de 2016.

Manuais Técnicos em Geociências: Manual Técnico de Uso da Terra. 2ª ed. Rio de Janeiro, IBGE, n.7; 2006. 91p.

IJSN. **Base de dados: Bases geográficas** (2014). Disponível em http://www.ijsn.es.gov.br. Acesso em: 22 mai. de 2016.

INCAPER/GCEA. **Levantamento sistemático da produção agrícola – Espírito Santo**. (2004). Disponível em: http://www.ijsn.es.gov. br/bibliotecaonline/Record/9638> Acesso em: 22 jul. de 2016.

MAPA. **Caf**é. 2015. Disponível em:http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/cafe/saiba-mais Acesso em: 06 set. de 2016.

MATIELLO, J.B. Como escolher a área apropriada para plantar Café. Fundação Procafé, Clube de Tecnologia Cafeeira. Varginha, MG, 2011.

ORMOND, J.G.P. Glossário de termos usados em atividades agropecuárias, florestais e ciências ambientais. Rio de Janeiro, RJ, 2006. 316p.

PEDEAG. **Novo PEDEAG** (2007-2025). Vitória, ES. 2016. Disponível em:http://www.ijsn.es.gov.br/bibliotecaonline/Record/16794 - Acesso em: 27 jun. de 2020. PRADO, H. **A pedologia simplificada.** POTAFOS, Piracicaba, São Paulo, 1995. Disponível em: http://www2.uefs.br/geotropicos/pedologia_simplificada_95838.pdf - Acesso em: 01 dez. de 2016.

PROATER. Conceição do Castelo, Planejamento e Programação de Ações (2011). Disponível em: http://incaper.es.gov.br/media/incaper/proater/municipios/Centro_serrano/Conceicao_do_Castelo.pdf>. Acesso em: 01 dez. de 2016.

SILVA, A.C.O. **Detecção de possíveis áreas de mecanização da colheita do café em Machado, Minas Gerais**. São José dos Campos – SP, INPE, 2013. Disponível em: http://wiki.dpi.inpe.br/lib/exe/fetch.php?media=ser300:trabalho_final_alexsandro_candido.pdf> Acesso em: 01 dez. de 2016.

CAPÍTULO 2

DESENVOLVIMENTO EM CAMPO DE MUDAS DE CAFÉ CONILON PRODUZIDAS EM DIFERENTES RECIPIENTES E SUBSTRATOS ORGÂNICOS

Matheus Wandermurem da Silva
Wallace Luís de Lima
Jean Karlos Barros Galote
Ismael Lourenço de Jesus Freitas
Mário Euclides Pechara da Costa Jaeggi
Arnaldo Henrique de Oliveira Carvalho
Otacílio José Passos Rangel

1. INTRODUÇÃO

O cafeeiro pertence à família *Rubiaceae*, gênero *Coffea*, com suas origens na Etiópia. Compreende a árvore ou arbusto, de caule lenhoso, lignificado, reto e quase cilíndrico (DIAS, 2007). Dentre as espécies exploradas convencionalmente no Brasil, destaca- se o *Coffea canephora* Pierre ex. Froehner, mais conhecida como café conilon. Uma planta diploide (2n = 22 cromossomos), alógama, com autoincompatibilidade gametofítica, sendo sua fecundação cruzada. Propaga-se via sementes e clones (CONAGIN; MENDES. 1961; PARTELLI *et al.*, 2006; FERRÃO *et al.*, 2007).

Apesar da facilidade de sua propagação, para se obter sucesso no cultivo do cafeeiro é necessário, ainda, obter mudas de boa qualidade, garantindo um bom pegamento no campo, diminuindo os gastos com replantio, além de promover um rápido crescimento inicial das plantas. Os principais fatores que interferem na produção de mudas são: o tipo de substrato, o recipiente e a matriz a serem utilizados (ALVES; GUIMARÃES, 2010).

De acordo com Kämpf *et al.* (2002), o substrato é de fundamental importância, dadas suas características químicas, físicas e biológicas, que permitem que o cafeeiro expresse todo seu potencial genético. A produção de mudas de café preconiza a utilização de um

substrato elaborado, mais comumente, com terra de barranco, material orgânico parcialmente humificado e adubos minerais (FERRÃO *et al.*, 2012).

Quanto aos recipientes, o mais utilizado para esse fim são as sacolas de polietileno, com dimensões de 10 x 20 cm (diâmetro x altura, respectivamente) e volume de 650 cm³, embora nos últimos anos, tenha aumentado a utilização de tubetes, a fim de reduzir gastos, com menor quantidade de substrato e facilidade de manuseio (GUIMARÃES *et al.*, 1998; SAMÔR *et al.*, 2002).

Muitos estudos têm sido realizados quanto à utilização de diferentes recipientes e substratos para a produção de mudas de cafeeiro, entretanto poucos resultados contemplam o pegamento e desenvolvimento da cultura no campo após o período de formação de mudas.

Diante do exposto, neste trabalho objetivou-se avaliar o desenvolvimento vegetativo inicial de mudas de café conilon no campo, produzidas em diferentes recipientes e substratos orgânicos.

2. METODOLOGIA

2.1 Produção de mudas em viveiro

Mudas de cafeeiro conilon Robusta Tropical (EMCAPA 8151) foram desenvolvidas no viveiro de mudas (cobertura com sombrite de 50% e estrutura de bambu) no Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes) - Campus de Alegre, localizada localizado no município de Alegre-ES, latitude 20°45'44" Sul, longitude 41°27'43" Oeste e altitude de 134 m.

Segundo classificação de Köppen (1928), o clima da região é do tipo "Aw", que apresenta inverno seco e verão chuvoso, temperatura anual média de 23°C e precipitação anual em torno de 1.200 mm. O período chuvoso na região se concentra de novembro a março.

No estudo foram utilizados quatro substratos, a saber:

• Convencional - Convencional: feito à base de terra de barranco com esterco

bovino, na proporção de 3:1 (v:v), mais a complementação de adubação com N-P-K recomendado para a cultura, tradicionalmente utilizado em viveiro de mudas de café;

- Composto A Composto orgânico com Fabaceae: constituído à base de leguminosa (Cajanus cajan) e esterco bovino, com tempo de preparo de aproximadamente 90 dias. Ao longo desse período, foram realizados revolvimentos do material para a homogeneização dos materiais;
- Composto B Composto orgânico com Poaceae: proveniente do processo de compostagem de esterco bovino e aparas de gramas de jardins do Campus, conforme descrito por Souza *et al.* (2013) e tempo de preparo de aproximadamente 90 dias;
- *Composto C* Vermicomposto: produzido a partir do composto orgânico submetido a ação de minhocas (*Eisenia foetida*) por 60 dias.

A composição química dos compostos, utilizados como substrato para a produção das mudas está descrito na Tabela 1. Em destaque, a elevada concentração de carbono orgânico (CO) nos compostos orgânicos A, B, e C, com 158, 62 e 113 g.kg⁻¹, respectivamente.

Tabela 1. Caracterização química dos substratos: convencional, composto A, B e C, utilizados na produção das mudas de café conilon Robusta Tropical (EMCAPA 8151)

Substratos	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	Ca	CO	pH (água)
Substratos		mg dm	3	cmol	c dm ⁻³	g kg ⁻¹	
Convencional	18	38	18,07	5	26	40,7	6,2
Composto A	33	28,1	15,36	46	2,9	158	8,8
Composto B	15	16	30,6	5,3	27,9	62	7,4
Composto C	15	36,3	36,72	27,9	5,3	113	6,7

Fonte: Análises realizadas pelo Laboratório de Fertilidade do Solo da UFRRJ.

Foram utilizados três tipos de recipientes: sacolas de polietileno, com capacidade volumétrica de 650 cm³; tubetes de 120 cm³ e tubetes de 280 cm³. Esses recipientes apresentam como característica a não liberação de toxinas no substrato de cultivo.

A semeadura foi realizada em março de 2014, diretamente nos recipientes. Foram

utilizadas duas sementes por recipiente, semeadas a 1,0 cm de profundidade. O desbaste foi efetuado logo após o aparecimento do primeiro par de folhas verdadeiras, eliminandose as plantas menos vigorosas (MATIELLO *et al.*, 2005).

As irrigações foram realizadas duas vezes ao dia (manhã e tarde), por micro aspersão. A partir desta fase foram realizadas irrigações diversas vezes ao dia, de acordo com a necessidade das plantas, em função da variação climática, até a fase em que as mudas estavam aptas para serem levadas a campo.

2.2 Fase de Campo

Foram abertas covas nas dimensões de 40x40x40 cm (0,064 m³) no espaçamento de 3 m entre linha e 1 m entre plantas. Para o controle das plantas competidoras nas lavouras, foram realizadas capinas manuais na linha de plantio e roçada nas entrelinhas, sempre que necessário, sendo aplicada cobertura morta com poda de *Poaceae*, a fim de minimizar exposição do solo e as intempéries climáticas, favorecendo a manutenção da temperatura, umidade no solo e danos causados pelos impactos das gotas de chuva no solo desnudo. O transplantio foi realizado em outubro de 2014. No campo, as plantas foram conduzidas a pleno sol, , sem uso de bordadura, usando irrigação complementar sempre que necessário, em média 3 vezes na semana. O delineamento adotado foi em DIC e os tratamentos foram os mesmos da fase de viveiro, utilizando-se 6 repetições por tratamento e 1 planta por parcela em campo.

A adubação de cobertura foi realizada em intervalos de 50 dias durante 12 meses, sendo utilizado o composto orgânico B, produzido no setor de Agroecologia do campus.

As avalições morfoagronômicas foram realizadas quinzenalmente nos 6 primeiros meses e, após esse período, mensalmente até o final de 12 meses. Foram avaliados: a porcentagem de pegamento das mudas a campo, a Altura da Planta (AT), o Diâmetro da Copa (DCP), o Comprimento do Maior Ramo Plagiotrópico (CMRP), o Diâmetro do Caule (DC), o Número de Folhas no Maior Ramo Plagiotrópico (NFMRP), o Número de Ramos Plagiotrópicos (NRP) e o Número de Rosetas no Maior Ramo Plagiotrópico (NRMRP).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de

probabilidade e, quando significativas, foram submetidas ao teste Tukey ao nível de 5% de significância. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software estatístico R (R CORE TEAM, 2016).

3. RESULTADOS

A análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade

FV	CI	QUADRADO MÉDIO						
r v	GL	AT	NRP	CMRP	NFMRP	NRMRP	DC	DCP
Recipiente	1	2707,50*	252,08*	302,51 ^{ns}	77,52 ^{ns}	108,00*	193,00 ^{ns}	1598,52*
Substrato	3	4879,10*	308,72*	1283,10*	227,85*	145,06*	648,05*	2689,10*
Recipiente x Substrato	3	670,90 ^{ns}	138,81*	559,34*	76,24*	46,72*	135,33 ^{ns}	723,12 ^{ns}
Resíduo	40	614,80	33,50	127,43	23,35	14,04	73,32	357,29
Total	47							
CV (%)		77,06	86,82	78,13	78,63	78,89	78,46	77,68
		Desde	obramento	do recipient	e dentro de d	cada nível d	e substrato	
Substrato	3	4879,10	308,72*	1283,10*	227,85*	145,06*	648,05*	2689,10*
Composto A : Recipientes	1	-	147,0*	243,00 ^{ns}	21,33 ^{ns}	44,08 ^{ns}	-	-
Composto B : Recipientes	1	-	10,08 ^{ns}	70,08 ^{ns}	14,08 ^{ns}	6,75 ^{ns}	-	-
Composto C : Recipientes	1	-	481,33*	1140,75*	234,08*	192,00*	-	-
Convencional :Recipientes	1	-	30,08 ^{ns}	526,69*	36,75 ^{ns}	5,33 ^{ns}	-	-
Resíduo	40	614,80	33,50	127,43	23,35	14,04	73,32	357,29
Total	47							
		Desde	obramento	do substrato	dentro de c	ada nível de	recipiente	
Recipientes	1	2707,50*	252,08*	302,51 ns	77,52 ^{ns}	108,00*	193,00 ns	1598,52*
Sacola: Substrato	3	-	162,15*	548,74*	113,94*	78,28*	-	-
Tubete : Substrato	3	-	285,37*	1293,71*	190,15*	113,50*	-	-
Resíduo	40	614,8	35,5	127,43	23,35	14,04	73,32	357,29
Total	47							

FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; *significativo a 5% de probabilidade estatística; *ns não significativo a 5% de probabilidade estatística.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Com base na análise de variância, foi observada interação significativa entre os seguintes fatores: tipo de recipiente e tipo de substrato para as variáveis morfoagronômicas Número

de Ramos Plagiotrópico (NRP), Comprimento do Maior Ramo Plagiotrópico (CMRP), Número de Folhas no Maior Ramo Plagiotrópico (NFMRP) e Número de Rosetas no Maior Ramo Plagiotrópico (NRMRP). Não foi observado o mesmo efeito com relação às variáveis Altura Total (AT), Diâmetro do Caule (DC) e Diâmetro da Copa (DCP).

Para o número de rosetas no maior ramo plagiotrópico, foi possível analisar o efeito positivo dos compostos orgânicos sobre o substrato convencional, em evidência para as interações entre sacola (650 cm³) e os compostos A, C e B, com 9,66, 8,33 e 5,50 rosetas por ramo plagiotrópico por planta, respectivamente. Em relação ao tubete de 280 cm³ observa-se efeito positivo apenas para a interação com o composto C, com média de 9,66 rosetas por ramo plagiotrópico por planta (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores médios observados do efeito do tipo de recipiente e substratos para as variáveis morfoagronômicas avaliadas em plantas de cafeeiro conilon 'Robusta Tropical' aos 12 meses após transplantio

_	Substratos						
Recipiente	Convencional	Composto A	Composto B	Composto C			
	Número de ramos plagiotrópicos – NRP						
Sacola 650cm ³	1,83aB	13,83aA	8,66aAB	11,50aA			
Tubete 280cm ³	0,00a	1,16b	1,66b	14,66a			
	Comprimento do maior ramo plagiotrópico (cm) - CMRP						
Sacola 650cm ³	4,83aB	27,66aA	15,25aB	20,08bAB			
Tubete 280cm ³	0,00aB	8,16bB	6,25aB	33,33aA			
	Número de rose	etas no maior rar	no plagiotrópico	o - NRMRP			
Sacola 650cm ³	1,50aB	9,66aA	5,50aAB	8,33aA			
Tubete 280cm ³	0,0aB	1,66bB	1,66aB	9,66aA			
	Número de folhas no maior ramo plagiotrópico - NFMRP						
Sacola 650cm ³	2,16aB	12,16aA	5,83aAB	9,50aAB			
Tubete 280cm ³	0,00aB	3,33bB	3,16aB	13,00aA			

Letras minúsculas comparam os recipientes nas colunas, letras maiúsculas comparam os substratos nas linhas pelo teste Tukey a $P \le 0.05$.

Fonte: Elaborada pelos autores.

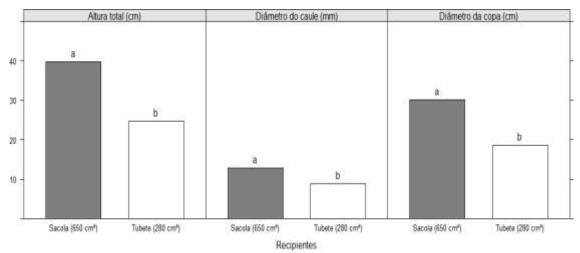
Para o número de folhas no ramo plagiotrópico é possível observar o efeito positivo dos compostos orgânicos com relação ao substrato convencional, com destaque para as interações entre sacola (650 cm³) e os compostos A, C e B, com 12, 16, 9,50 e 5,83 folhas no ramo plagiotrópico por planta, respectivamente. Com relação ao tubete de 280

cm³, observou-se efeito positivo apenas para a interação com o composto C, com média de 13 folhas no maior ramo plagiotrópico por planta.

Em relação ao comprimento do maior ramo plagiotrópico, para o recipiente sacola (650 cm³), não foram observadas diferenças significativas em relação aos 4 substratos utilizados. Para o recipiente tubete de 280 cm³, a melhor resposta foi de 33,33cm, ao se utilizar o composto C (Tabela3).

A altura das plantas foi influenciada pelos diferentes tipos de recipientes utilizados para a produção das mudas de café (Figura 1). Foi observada uma relação entre a maior capacidade volumétrica e as maiores médias de alturas para as plantas do cafeeiro conilon 'Robusta Tropical', com destaque para o recipiente sacola de 650 cm³, com média de 39,68 cm de altura.

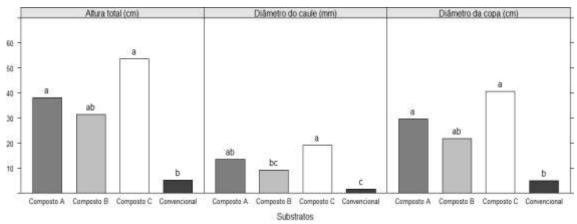
Figura 1. Valores médios para as variáveis altura total (cm), diâmetro do caule (mm), e diâmetro da copa (cm) para plantas de café conilon aos 12 meses após transplantio oriunda de mudas produzidas em 2 tipos de recipientes distintos



*Letras minúsculas comparam as médias dos recipientes em uma mesma variável pelo teste Tukey a 5%. Fonte: Elaborada pelos autores.

Ao se avaliar o efeito dos substratos no desenvolvimento das mudas a campo, aos 12 meses após transplantio, foram observadas diferenças significativas entre os compostos A, B e C, em comparação com o substrato convencional (Figura 2), o que pode estar relacionado diretamente à disponibilidade de nutrientes nos compostos durante a fase de produção de mudas.

Figura 2 – Valores médios de altura da planta, Diâmetro do Caule e da copa para plantas de cafeeiro conilon aos 12 meses após transplantio oriundo de mudas produzidas em 4 tipos de substratos distintos



^{*}Letras minúsculas comparam as médias dos recipientes em uma mesma variável pelo teste Tukey a 5%. Fonte: Elaborado pelos autores.

A taxa de sobrevivência das mudas a campo, com base no tipo de recipiente e substrato, pode ser verificada na Tabela 4. As maiores perdas foram observadas para o recipiente tubete de 120 cm³, independentemente do tipo do substrato. Este fato pode ser em decorrência das condições climáticas adversas nos anos 2015 e 2016 ocorridas na região em que, por intermédio da seca, altas temperaturas e má distribuição das chuvas (CONAB, 2016), afetaram negativamente a taxa de pegamento e sobrevivência das mudas produzidas no tubete com volume de 120 cm³, consequentemente, não sendo possível avaliar o desenvolvimento inicial das mesmas.

Tabela 4. Taxa de sobrevivência a campo após 12 meses do transplantio das mudas de cafeeiro conilon, produzidas em diferentes substratos e recipientes

		SUBSTI	RATOS	
RECIPIENTES	Convencional (1)	Composto A (2)	Composto B (3)	Composto C (4)
		Taxa de sobre	evivência (%)	
Sacola	16,6	50	66,6	66,6
Tubete 120 cm ³	16,6	66,7	0	0
Tubete 280 cm ³	0	33,3	33,3	100

⁽¹⁾ Convencional; (2) Fabaceae; (3) Poaceae; (4) Vermicomposto.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Foi verificado que as plantas produzidas em tubete de 120 cm³ com substrato Convencional e Composto B não resistiram ao período experimental. As melhores

respostas foram observadas para sacola (650 cm³), ao se utilizar como substrato os compostos A, B e C.

Para o recipiente tubete de 280 cm³, a melhor taxa de sobrevivência das mudas a campo foi verificada quando se utilizou o composto C (Tabela 4).

4. DISCUSSÃO

Para o diâmetro do caule e diâmetro da copa, observou-se efeito similar ao recipiente sacola em relação ao tubete de 280 cm³, apresentando as maiores médias, 12,92 mm e 30,10 cm, respectivamente. Esse fato pode estar relacionado à altura da planta, sabendo-se que com o aumento da altura da planta, consequentemente, aumenta-se o diâmetro da copa. Esses resultados corroboram aqueles apresentados por Reis *et al.* (1989) e Paulino *et al.* (2003), trabalhando com plantas de eucaliptos e acácia.

O uso de substrato convencional resultou no menor crescimento das mudas em altura, 5,33 cm, enquanto que as melhores respostas para o diâmetro do caule foram verificadas ao se utilizar os compostos A e C, com 13,52 e 19,16 mm, respectivamente. Kämpf (2002), ressalta que uma maior disponibilidade de nutrientes para a planta estabelece um maior índice de área foliar, acarretando aumento significativo na taxa fotossintética.

Na Figura 2, os maiores diâmetros da copa foram observados para os Compostos A e C, que podem ter sofrido influência do diâmetro do caule, visto que a planta com maior diâmetro de caule possui maior capacidade de armazenamento de nutrientes. O maior diâmetro do caule se deve, provavelmente, ao aumento na quantidade das reservas carreadas das folhas (fonte de carboidrato) até esse órgão, estimulando a atividade do câmbio vascular, no meristema secundário que, nas dicotiledôneas, é responsável pelo crescimento em espessura (KÄMPF, 2002).

Os melhores resultados de sobrevivência das mudas a campo quando produzidas em sacolas, assemelham-se àqueles obtidos por Garcia *et al.* (2001) e Marchi *et al.* (2003), e

podem estar diretamente relacionados ao volume dos recipientes utilizados, nos quais os maiores volumes proporcionaram um melhor desenvolvimento das raízes, das mudas e, consequentemente, melhor adaptabilidade no solo após o transplantio. A limitação do recipiente é um fator importante para o adequado desenvolvimento das mudas, que interferem positivamente na taxa de pegamento no campo, uma vez que as mudas oriundas dos recipientes de menores volumes não se adaptaram às novas condições de desenvolvimento, por não apresentarem sistema radicular satisfatório.

5. CONCLUSÕES

A capacidade volumétrica dos recipientes influenciou no desenvolvimento das mudas de cafeeiro conilon, sendo que os melhores resultados quanto aos parâmetros morfoagronômicos avaliados foram proporcionados pela sacola de polietileno de 650 cm³.

Os substratos constituídos pelos Compostos A e C proporcionaram os melhores resultados de desenvolvimento das mudas de cafeeiro conilon no campo após o transplantio.

A interação entre o recipiente sacola e o substrato Composto A influenciou na taxa de sobrevivência e no desenvolvimento das mudas de cafeeiro conilon no campo após o transplantio, sendo o mais indicado para a produção de mudas do cafeeiro conilon.

6. REFERÊNCIAS

ALVES, J. D.; GUIMARÃES, R. J. Sintomas de desordens fisiológicas em cafeeiro. In: GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; BALIZA, D. P. (Ed.). **Semiologia do cafeeiro: sintomas de desordens nutricionais, fitossanitárias e fisiológicas**. Lavras: UFLA, 2010. p.169-215.

CONAB (2016). Acompanhamento da Safra Brasileira de Café, Safra 2016, Terceiro Levantamento, Brasília, p. 1-104, setembro de 2016.

CONAGIN, C. H. T. M.; MENDES, A. J. T. Pesquisas citológicas e genéticas em três

- espécies de Coffea; auto incompatibilidade em *Coffea canephora*. **Bragantia**, n.20, p.787-804, 1961.
- DIAS, L. F. L. **Avaliação de algumas propriedades físicas de grãos de café** (*Coffea arabica*) **orgânico e convencional.** (2007). Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Marechal Cândido Rondon, 2007. 44p.
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; BRAGANÇA, S. M.; FERRÃO, M. A. G.; DE MUNER, L. H.(Eds.). **Café Conilon**. Vitória, ES: Incaper, 2007. 702p.
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, M. A. G.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; LANI, J. A.; PREZOTTI, L. C.; VENTURA, J. A.; MARTINS, D. S.; MAURI, A. L.; MARQUES, E. M. G.; ZUCATELI, F. Café Conilon: Técnicas de Produção com variedades melhoradas. 4. ed. Vitória, ES: Incaper, 2012. 74p. (Circular Técnica, 03-I)
- GARCIA, A. W. R.; MATIELLO, J. B.; JAPIASSÚ, L. B.; FROTA, G. B.; FIOVARANTE, N. Influência da época de plantio e da irrigação no desenvolvimento de cafeeiros de mudas de saquinho e tubetes. **Anais...** Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 27, Uberaba, 2001. Rio de Janeiro, MA/PROCAFÉ, p.364-5.2001.
- GUIMARÃES, P. T. G.; ANDRADE NETO, A.; BELLINI, J. O.; ADÃO, W. A.; SILVA, E. M. A produção de mudas de cafeeiros em tubetes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n. 19, p. 98-109, 1998.
- KÄMPF, A. N. O uso de substrato em cultivo protegido no agronegócio brasileiro. In: FURLANI, A. M. C. (Ed.). Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas. Campinas: **Instituto Agronômico**, 2002. p.1-6. (Documentos IAC, 70) 2002.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. MARCHI, E. C. S, CAMPOS, K. P, CORRÊA, J. B. D, GUIMARÃES, R. J, SOUZA, C. A. S. Sobrevivência de mudas de cafeeiro produzidas em sacos plásticos e tubetes no sistema convencional e plantio direto, em duas classes de solo. **Revista Ceres**, Viçosa, v.45, p.407-416, 2003.
- MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R.. **Cultura do café no Brasil Novo manual de recomendações**. Fundação PROCAFÉ, MAPA/SARC/PROCAFÉ SPAE/DECAF. 438p. 2005.
- PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; SANTIAGO, A. R.; BARROSO, D. G. Produção e desenvolvimento radicular de plantas de café 'Conilon' propagadas por sementes e por estacas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p.949-954, 2006.

- PAULINO, A. F, MEDINA, C. C, NEVES, C. S. V. J, AZEVEDO, M. C. B, HIGA, A. R, SIMON, A. Distribuição do sistema radicular de árvores de acácia negra oriundas de mudas produzidas em diferentes recipientes. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, p.605-610, 2003.
- R CORE TEAM. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2016.
- REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; MAESTRI, M.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L. M.; Crescimento de *Eucayiptus camaldulensis*, *E. grandis* e. *cloeziana* sob diferentes níveis de restrição radicular. **Revista Árvore**, Viçosa, v.13, p.1-18, 1989.
- SAMÔR, O. J. M.; CARNEIRO, J. G. de A.; BARROSO, D. G. LELES, P. S. dos S. Qualidade de mudas de angico e sesbânia, produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n.2, p.209-215, abr./jun.2002.
- SOUZA, M. P. S, COSTA, A. C, CARREÇO, R. L. B, LIMA, W. L. A valorização do lixo orgânico no setor de agroecologia no Instituto Federal do Espírito Santo Campus de Alegre. **Cadernos de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 8, p. 1-4, 2013.

CAPÍTULO 3

EFEITO DE DIFERENTES INTENSIDADES DE DESFOLHA SOBRE O CRESCIMENTO E A PRODUÇÃO DE CAFÉ CONILON

Jhonatas Souza Ventura Tosta

Manuela Arruda Contarine

João Batista Esteves Peluzio

Jéferson Luiz Ferrari

José Francisco Lopes

Mário Euclides Pechara da Costa Jaeggi

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de café e sua chegada ao país foi em 1727. Desde então, tem gerado riquezas, além de ser o produto agrícola mais importante da história nacional.

Atualmente, são estimadas entre 57,15 a 62,02 milhões de sacas beneficiadas para a safra 2019 – 2020 (CONAB, 2020). Soma-se à produção, a empregabilidade e a enorme distribuição de renda, especialmente aos agricultores e trabalhadores da agricultura familiar.

É inquestionável a importância da cafeicultura para o agronegócio brasileiro, ressaltando que ao longo da convivência histórica, foram trabalhados inúmeros aspectos da planta e de seu produto, visando maior eficiência produtiva, em ambas as espécies, partindo de aproximadamente 4 sacas/ha no início do século XVIII, para valores médios atuais em torno de 23,5 sacas/ha em arábica e 30 sacas/ha em conilon (CONAB, 2015). Vale ressaltar que não são raras produtividades de 140 e 240 sacas /ha, respectivamente, em café arábica e conilon, destacando o potencial da tecnologia disponível.

Para maior produtividade, é necessário que as lavouras incorporem diversas tecnologias,

abrangendo o solo, a planta, o clima e os competidores. Tudo para garantir que o material genético, representado pela planta, possa expressar seu potencial produtivo máximo, o que sempre demanda bom enfolhamento.

Matiello *et al.* (2005) relacionam enfolhamento com aumento no tamanho e no número de ramos produtivos e, consequentemente, aumento na produção de frutos em café arábica.

No entanto, Alvarenga *et al.* (1977), trabalhando com café arábica, mostraram que desfolhas em porcentuais variando de 25 a 75% não proporcionaram redução na produção, o que ocorreu somente com desfolha de 100%.

É importante destacar que ambos os trabalhos acima foram desenvolvidos com café arábica, sendo escassas informações desta natureza em café conilon, apesar de se encontrarem diversos trabalhos apontando a redução da área foliar como causa da queda na produtividade, especialmente quando ocasionada por ataque de competidores, situando-se em segundo plano, mas não menos importante, adversidades nutricionais e/ou climáticas.

Neste trabalho, objetivou-se observar o efeito de diferentes intensidades de desfolha artificial na pré-florada sobre o crescimento e produção da planta de café conilon.

2. METODOLOGIA

O experimento foi desenvolvido no Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre no Setor de Cafeicultura, em lavoura clonal de café conilon da variedade "Vitória" INCAPER 8142, com 8 anos de idade, no espaçamento 3,0 x 1,10m. Trabalhou-se somente com plantas do clone nº 07, na segunda safra após poda de ciclo, que foi realizada em 2013/14.

Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, no arranjo fatorial, com subparcelas no tempo, considerando 15 tratamentos, 3 repetições e 2 plantas úteis por parcela. As

parcelas tinham bordaduras entre e dentro, onde foram realizadas 8 avaliações a intervalos de 30 dias. Os blocos e as parcelas foram sorteados aleatoriamente, sempre perpendiculares à declividade do terreno. A desfolha ocorreu no mês de agosto e foi realizada 15 dias antes do início usual do florescimento da planta (pré-florada). Foram avaliadas, na planta, 3 locais (terços superior, médio e inferior) e cinco níveis de desfolhas (0, 25, 50, 75 e 100%).

O manejo da lavoura consistiu de adubações e controle de pragas e doenças. Foram realizadas irrigações, a título de manutenção, uma vez que o período de estudo coincidiu com a pior seca do estado nos últimos 80 anos (CONAB, 2016).

Após a desfolha, foram acompanhadas as seguintes variáveis primárias, com novas leituras mensais: altura total; diâmetro da copa; número e comprimento dos ramos plagiotrópicos; diâmetro do ramo ortotrópico; número de chumbinhos; número de chumbões; produtividade; maturação; e características pós-colheita (relações volumétricas e de peso).

A altura da planta foi obtida com uso de diastímetro, posicionado paralelamente ao caule da planta, acompanhando o maior ramo ortotrópico, considerando sempre o lado de cima do terreno, uma vez que a lavoura encontra-se implantada em terreno inclinado.

O diâmetro da copa foi obtido considerando medição da maior dimensão disponível do coletivo de ramos ortotrópicos.

O número de ramos plagiotrópicos foi avaliado por contagem, considerando somente ramos vivos. O comprimento dos ramos plagiotrópicos foi medido considerando o comprimento da ponta (o último par de folhas abertas) até o ramo ortotrópico (tronco).

Para acompanhamento do comprimento dos ramos plagiotrópicos, números de chumbinhos e números de chumbões foram selecionados 6 ramos plagiotrópicos por planta (2 ramos por terço da copa), considerando ambos os lados da fileira, identificados e acompanhados ao longo do tempo.

O diâmetro dos ramos ortotrópicos foi medido com o auxílio de um paquímetro a 5 cm acima do solo.

A produtividade foi obtida considerando a colheita das plantas em conjunto, por parcela. Assim, aferiu-se o peso fresco do café da roça e o peso do café seco em terreiro de saibrocimento, coberto com estufa de polietileno. O café foi seco em coco, sob estufa, no chão de saibro-cimento. As características da produção, quantitativas e volumétricas, foram obtidas mediante uso de vasilhames graduados e balança digital.

Todas as análises estatísticas foram realizadas no programa SAEG (SAEG, 2007).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, tem-se o resumo da análise de variância das variáveis vegetativas estudadas em função dos tratamentos. Verifica-se que houve efeito das desfolhas para as variáveis Diâmetro da Copa (DIACOPA) e Número de Ramos Plagiotrópicos (NRPLA), o mesmo não ocorrendo para as demais variáveis.

Aparentemente, houve efeito significativo nas características mais dinâmicas, que sofrem mudanças a curtos intervalos de tempo, quando comparadas com características mais estáticas (Tabela 1).

Tabela 1. Quadrados médios por planta das variáveis altura da planta (Altura); Diâmetro do Caule (DIACAUL); Diâmetro da Copa (DIACOPA) e Número de Ramos Plagiotrópicos (NRPLA)

	Variáveis						
FV	Altura (m²/pl)	DIACAUL (cm²/pl)	DIACOPA (m²/pl)	NRPLA (n°²/pl)			
Desfolha	0,0770299ns	2,692233ns	0,8870095*	23.021,8300*			
Erro a	0,0795845	2,437013	0,1995024	6.616,4620			
Avaliações	0,1871005*	1633,746*	1,8529790*	13.178,1300*			
Desf.xAvali.	0,0138431ns	1,201518ns	0,0497355ns	360,8798*			
Erro b	0,0851270	1,104696	0,0353044	201,0866			
CV (%)	4,53	6,74	2,47	217,38			
Média/pl	2,03 m	15,59 cm	7,59 m	6,52			

 $[\]ast$ - significativo, pelo teste F, a 5% de probabilidade. ns – não significativo. Fonte: Elaborado pelos autores.

A interação entre desfolha e avaliações somente foi significativa para o NRPLA, demonstrando que estes fatores são dependentes entre si e independentes para as demais variáveis (Tabela 1).

Apesar da Altura e DIACAUL mudaram mais lentamente do que as demais características (Tabela 1), o período de avaliações foi suficiente para que estas ocorressem.

As características estudadas sofreram mudanças ao longo do tempo, sendo estas mais variadas no NRPLA, cujo CV foi extremamente alto (GOMES, 2000) (Tabela 1), mesmo se tratando de material genético uniforme (clone).

Na Tabela 2, tem-se a avaliação das médias das variáveis estudadas, em comparação com as médias da primeira coleta de informações, que ocorreu em setembro. Tem-se também as mudanças médias sofridas em cada variável ao longo de 9 meses, extremos. As mudanças tornaram-se significativas após o início das chuvas, sendo rápidas em características mais dinâmicas e lentas, no DIACAUL.

A primeira característica a se alterar foi a Altura (Tabela 2). Assim, parte-se do pressuposto que as plantas precisam, primeiramente, alterar sua altura para, em seguida, promover mudanças em outras características.

Quanto ao DIACAUL, sabe-se que possui correlação negativa com crescimento ou seja, não há aumento no diâmetro do caule enquanto a planta cresce em altura (PAULO *et al.*, 2005).

Ainda na Tabela 2, considerando a diferença entre a primeira e a última coleta de informações, verificou-se pequena mudança na altura, que pode ter sido prejudicada pelo peso da produção nos ramos, que os inclinou, o que foi corroborado pelo acréscimo no diâmetro da copa. Foram produzidos 39,18 novos ramos plagiotrópicos/planta.

Na Tabela 3, considerando as variáveis DIACOPA e NRPLA, verificou-se que somente a desfolha total, 100%, promoveu diferenças estatísticas em relação ao tratamento sem desfolha, demonstrando grande potencial de recuperação das plantas de café conilon em função da desfolha ocorrida no período pré-florada.

Tabela 2. Teste de médias para as variáveis, altura da planta (Altura); Diâmetro do Caule (DIACAUL); Diâmetro da Copa (DIACOPA) e Número de Ramos Plagiotrópicos (NRPLA), em função das avaliações em plantas não desfolhadas

	<u>Variáveis</u>						
Avaliações	Altura/pl	DIACAUL/pl	DIACOPA/pl	NRPLA			
	(m)	(cm)	(m)	(nº/2 plantas)			
09/2015	1,87 B	3,01 B	2,09 B	184,86 B			
10/2015	1,90 B	3,02 B	2,12 B	185,26 B			
11/2015	1,95 A	3,02 B	2,22 B	194,30 B			
12/2015	2,04 A	3,05 B	2,35 A	206,40 A			
01/2016	2,08 A	3,07 B	2,53 A	221,36 A			
02/2016	2,11 A	3,14 B	3,14 A	234,83 A			
03/2016	2,15 A	3,18 B	3,08 A	248,76 A			
04/2016	2,16 A	3,25 A	3,07 A	263,23 A			
Diferença							
entre Extremos	0,29	0,24	0,98	78,37			

As médias seguidas por uma mesma letra, em uma mesma coluna, não diferem estatisticamente da primeira média, pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 3. Teste de médias para as variáveis Diâmetro da Copa (DIACOPA) e Número de Ramos Plagiotrópicos (NRPLA) em função das porcentagens de desfolha na última coleta de dados

Dogfolko (0/)	Variáveis				
Desfolha (%)	DIACOPA/pl (m)	NRPLA(nº/2 plantas)			
0	2,35 A	271 A			
25	2,14 A	252 A			
50	2,17 A	248 A			
75	2,50 A	246 A			
100	1,68 B	217 B			

As variáveis seguidas por uma mesma letra, em uma mesma coluna, não diferem estatisticamente da primeira média, pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborada pelos autores.

De fato, observando as variáveis DIACOPA e NRPLA não se verifica efeito da desfolha entre 25 a 75%. Nestas variáveis, mesmo com um percentual pequeno de folhas, a fotossíntese parece não ter sido interrompida, como foi na desfolha de 100%, onde houve prejuízos no crescimento vegetativo das plantas. Segundo Kozlowski (1992), tal resposta pode significar a existência de reserva vegetal capaz de suprir uma demanda extraordinária como a apresentada com as diferentes intensidades de desfolhas, ou ainda,

uma capacidade compensatória de fotossíntese, mesmo com redução da área foliar.

Com a diminuição da área foliar, a planta deixa de sintetizar e produzir energia para a sua manutenção, que ocorre através da fotossíntese. Por isto, quanto maior a área foliar, maior tende a ser o crescimento da planta (ZELICH, 1982; BRAGA *et al.*, 2006). Ou seja, devido à redução do número de folhas, ocorreu uma redução da área fotossinteticamente ativa (DAMATTA; RAMALHO, 2006).

Segundo Paiva e Oliveira (2006), o café conilon possui baixa condutividade hidráulica, o que influencia diretamente a produção de fotoassimilados. Com a perda das folhas, seja por fatores bióticos ou abióticos, a planta diminui expressivamente a fotossíntese e com isso, o crescimento vegetativo é prejudicado (RODRIGUES *et al.*, 2016). Apesar disto, não se observou tal situação nas plantas podadas com até 75% de redução da área foliar, considerando diâmetro da copa e o número de ramos plagiotrópicos (Tabela 3).

Não se pode deixar de considerar que grande parte dos trabalhos de fisiologia estudam a fotossíntese e suas relações com folhas retiradas da planta e em certos momentos do dia, parecendo ser diferente o comportamento da planta quando no ambiente real.

É importante destacar que neste trabalho as plantas podadas sofreram corte de suas folhas, diferentemente dos outros trabalhos já realizados que retiraram folhas aleatoriamente (ALVARENGA *et al.*, 1978). Mesmo assim, com corte, abertura de ferida, as plantas mantiveram suas folhas por até nove meses.

Quanto à produção, tem-se na Tabela 4, o resumo da análise de variância para as variáveis estudadas em relação ao número de chumbinhos. Observou-se efeito estatístico da desfolha em todas as variáveis, exceto no Terço Médio Lado de Baixo (TMLB), e no Terço Inferior Lado de Cima (TILC). Percebeu-se que não houve consistência quanto à desfolha ter afetado um determinado lado das plantas ou posição, dentro destas. Verificam-se valores maiores de CV, quando comparados com os valores das variáveis vegetativas (Tabela 1), implicando em uma condução regular (GOMES, 2000), sendo considerados altos. No entanto, isto não impede que sejam considerados, pois as plantas foram submetidas a condições ambientais estressantes (FERRÃO *et al.*, 2007).

Tabela 4. Quadrados médios da variável número de chumbinhos (nº/ramo plagiotrópico) em função da localização na planta: Terço Superior Lado de Cima (TSLC); Terço Superior Lado de Baixo (TSLB); Terço Médio Lado de Cima (TMLC); Terço Médio Lado de Baixo, (TMLB); Terço Inferior Lado de Cima (TILC), e Terço Inferior Lado de Baixo (TILB)

	Localização na Planta					
\mathbf{FV}	TSLC	TSLB	TMLC	TMLB	TILC	TILB
Trat.	12.226,54*	28.452,71*	50.771,31*	60.436,86ns	22.820,79ns	36.052,36*
Bloco	1.202,81ns	1.314,35ns	3.770,11ns	9.875,45ns	2.872,01ns	8.934,45ns
Erro	1.392,06	1.007,24	5.235,84	17.857,60	11.789,52	5.050,65
CV(%)	36,16	22,27	35,40	51,77	84,27	34,94
Média (nº/RP)	103,16	142, 50	204,36	258,10	128,83	203,40

^{* -} significativo, pelo teste F, a 5% de probabilidade. ns – não significativo.

Fonte: Elaborada pelos autores.

É interessante observar a grande quantidade de chumbinhos no terço médio das plantas, independentemente da significância do tratamento (Tabela 5), o que pode explicar o efeito significativo para esta posição na planta, mesmo com o TMLB não tendo sido significativo (Tabela 4). Isto pode ser em razão da maior concentração de frutos chumbinhos, uma vez que no terço médio a planta concentra maior formação de ramos plagiotrópicos onde estes estão mais ativos, se comparados ao terço superior e o inferior. No terço inferior, tem-se ainda ramos plagiotrópicos, em que parte dos seus nós já produziram em outra safra.

Tabela 5. Quantidade de chumbinhos em função da posição dos ramos na planta

Terço	Chumbinho (nº/2 ramos plagiotrópicos)
Superior	245,666 C
Médio	462,466 A
Inferior	332,233 B

^{*}As médias seguidas por uma mesma letra, em uma mesma coluna, não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Os resultados referentes aos chumbões podem ser observados na Tabela 6. Observou-se

efeito estatístico dos tratamentos nas variáveis relativas aos terços superior e médio, em ambos os lados (TSLC, TSLB, TMLC e TMLB). No terço inferior, em ambos os lados, não se verificou efeito estatístico. O ocorrido foi próximo ao verificado para chumbinhos (Tabela 5).

Tabela 6. Quadrados médios da variável número de chumbões (nº/ramo plagiotrópico) em função da localização na planta: Terço Superior Lado de Cima (TSLC); Terço Superior Lado de Baixo (TSLB); Terço Médio Lado de Cima (TMLC); Terço Médio Lado de Baixo (TMLB); Terço Inferior Lado de Cima (TILC); Terço Inferior Lado de Baixo (TILB)

	Localização na Planta						
FV	TSLC	TSLB	TMLC	TMLB	TILC	TILB	
Trat.	2.558,95*	2.803.65*	22.314,37*	14.414,71*	6.016,00ns	10.904,97ns	
Bloco	3.729,50ns	1.723,05*	1.791,26ns	1.588,01ns	5.202,66ns	10.586,32ns	
Erro	4.459,08	3.350,50	4.801,78	2.076,12	2.407,78	3.7342,12	
CV(%)	46,41	36,68	47,24	33,17	60,45	51,36	
Média (nº/RP)	45,50	49,90	146,66	137,33	81,16	118,96	

^{* -} significativo, pelo teste F, a 5% de probabilidade. ns – não significativo. Fonte: Elaborada pelos atores.

Nas tabelas 5 e 6, em função dos valores encontrados, nota-se que o cafeeiro resguardou os frutos que estavam no terço médio.

Segundo Rochin e DaMatta *et al.*, (2007), o fato de ramos mais velhos de café arábica possuírem maior força de dreno, comparados aos novos, faz com que a planta não direcione totalmente suas reservas para a parte aérea (AMARAL *et al.* 2001).

Na Tabela 7, tem-se as médias de chumbões obtidas nos terços Superior, Médio e Inferior da planta, em função da quantidade de chumbões, verificando-se situação análoga aos chumbinhos.

Tabela 7. Quantidade de chumbões em função da posição dos ramos na planta

Terço	Chumbões (nº/2 ramos plagiotrópicos)
Superior	95,400 C
Médio	283,999 A
Inferior	200,132 B

Fonte: Elaborada pelos atores.

É importante comentar que, no terço médio das plantas, encontram-se os ramos plagiotrópicos com maior número de nós produtivos, quando comparados com os ramos do terço inferior e superior.

Na Tabela 8, tem-se o teste de médias para a variável número de chumbinhos em função da localização na planta e da intensidade de desfolha.

Tabela 8. Teste de médias para as variáveis número de chumbinho (nº/ramo plagiotrópico em função da localização na planta: Terço Superior Lado de Cima (TSLC); Terço Superior Lado de Baixo (TSLB); Terço Médio Lado de Cima (TMLC) e; Terço Inferior Lado de Baixo (TILB), em função dos níveis de desfolha

D. C.II.		Localizaç	ão na Planta	
Desfolha (%)	TSLC Número	TSLB de Chumbinh	TMLC os (nº/ramo plag	TILB iotrópico)
0	140,00 A	168,83 A	297,83 A	244,50 A
25	178,83 A	227,83 A	329,16 A	332,66 A
50	106,33 A	225,66 A	225,00 A	223,83 A
75	80,83 A	90,16 B	169,83 A	182,33 A
100	9,83 B	0 B	0 B	33,66 B

As médias seguidas por uma mesma letra, em uma mesma coluna, não diferem estatisticamente da primeira média, pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Verificou-se que as desfolhas aplicadas de 0 a 75% praticamente não promoveram redução significativa na quantidade de chumbinhos, exceção feita ao TSLB (Tabela 8). Por outro lado, é notório que a desfolha de 100% promoveu redução significativa de chumbinhos.

Evidencia-se assim que quando a planta sofre estresse biótico ou abiótico capaz de reduzir a área fotossintética, tem-se redução da produtividade com o abortamento dos frutos expostos a radiações solares intensas (RODRIGUES *et al.*, 2016).

Para Favarin *et al* (2002), a importância de a área foliar está ligada diretamente com o parâmetro indicativo da produtividade, que depende do processo fotossintético. Assim, aplicado o nível de desfolha de 100%, a planta, momentaneamente, passa a ter uma queda de fotossíntese, implicando diretamente na diminuição ou queda dos frutos.

Na Tabela 9, observou-se o teste de médias para número de chumbões (nº/ramo plagiotrópico) em função da localização na planta.

Tabela 9. Teste de médias para número de chumbões (nº/ramo plagiotrópico) em função da localização na planta: Terço Superior Lado de Cima (TSLC); Terço Superior Lado de Baixo (TSLB); Terço Médio Lado de Cima (TMLC) e; Terço Médio Lado de Baixo (TMLB), em função dos níveis de desfolha

Dagfalka		Localizaçã	ão na Planta	
Desfolha (%)	TSLC	TSLB	TMLC	TMLB
(/0)	Número	de Chumbões	(nº/ramo plagi	otrópico)
0	58,83 A	45,00 A	232,00 A	200,33 A
25	83,16 A	78,00 A	177,66 A	151,50 A
50	43,33 A	69,50 A	180,50 A	152,66 A
75	38,66 A	57,00 A	139,00 A	163,66 A
100	3,50 B	0 B	4,16 B	18,50 B

As médias seguidas por uma mesma letra, em uma mesma coluna, não diferem estatisticamente da primeira média, pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborada pelos autores.

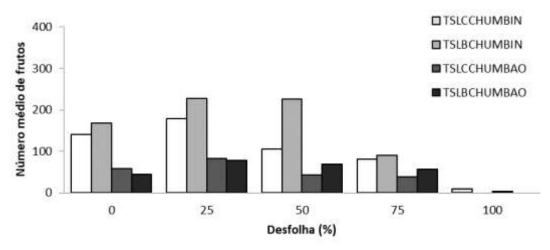
Observou-se que somente 100% de desfolha promoveu diferença estatística, apresentando menores médias quando comparadas às demais, pois as folhas são fontes de minerais e carboidratos que alimentam os frutos, quando ocorrem fatores que proporcionam a sua queda.

Segundo Favarin *et al.* (2002), pode ocorrer perda significativa na produtividade na planta com a não absorção de luz para a realização da fotossíntese. Corrobora esta informação trabalho realizado por Khanna-Chopra (2000), que afirma ser visível que a produção depende direta ou indiretamente da magnitude das taxas fotossintéticas.

Vale ressaltar, apesar de todas as variáveis nos níveis de desfolha de 0 a 75% não apresentarem significância, que verificaram-se maiores médias no número de chumbões no terço médio, onde se localizou também o maior número de nós e de chumbinhos.

Nas Figuras 1, 2 e 3, tem-se os valores médios do número de chumbinhos e de chumbões, em ambos os lados da planta, com coletas de informações nos terços superior, médio e inferior, em função das desfolhas.

Figura 1. Valores médios do número de frutos (nº/ramo plagiotrópico) em função da desfolha de 0 a 100%, considerando Terço Superior, Lado de Cima, Chumbinho (TSLCCHUMBIN); Terço Superior, Lado de Baixo, Chumbinho (TSLBCHUMBIN); Terço Superior, Lado de Cima, Chumbão (TSLCCHUMBAO); e Terço Superior, Lado de Baixo, Chumbão (TSLBCHUMBAO)

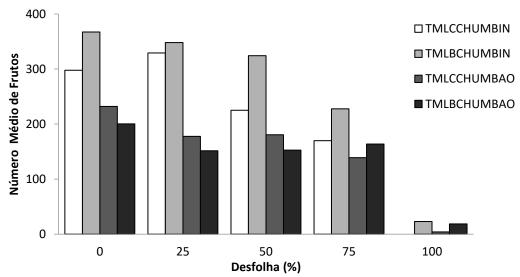


Fonte: Elaborado pelos autores.

Ao analisar a Figura 1, percebe-se a redução no número de frutos, em qualquer porcentagem de desfolha, entre chumbinhos e chumbões, sendo este fato esperado em função do não vingamento dos frutos (chumbinho) ou da perda dos mesmos em função de ataques de pragas e doenças ou mesmo por causa do equilíbrio fisiológico entre fonte e dreno. O mesmo ocorre no terço médio (Figura 2) e inferior (Figura 3).

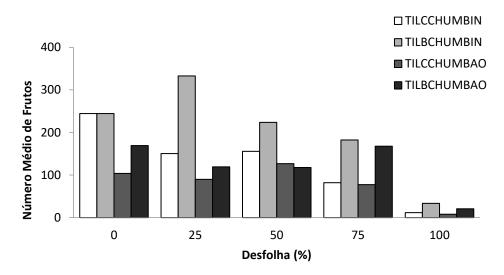
Ainda na Figura 1, pode-se inferir que as maiores médias para chumbinhos e chumbões se encontram na desfolha de 25%, sendo menores em 75 e 100%. Situação análoga ocorre na Figura 2, considerando o terço médio, sendo maiores os números de frutos. No terço inferior, Figura 3, não se confirmam tais observações.

Figura 2. Valores médios do número de frutos (nº/ramo plagiotrópico) em função da desfolha de 0 a 100%, considerando; Terço Médio, Lado de Cima, Chumbinho (TMLCCHUMBIN); Terço Médio, Lado de Baixo, Chumbinho (TMLBCHUMBIN); Terço Médio, Lado de Cima, Chumbão (TMLCCHUMBAO); e Terço Médio, Lado de Baixo, Chumbão (TMLBCHUMBAO)



Fonte: Elaborada pelos autores.

Figura 3. Valores médios do número de frutos (nº/ramo plagiotrópico) em função da desfolha de 0 a 100%, considerando: Terço Inferior, Lado de Cima, Chumbinho (TILCCHUMBIN); Terço Inferior, Lado de Baixo, Chumbinho (TILBCHUMBIN); Terço Inferior, Lado de Cima, Chumbão (TILCCHUMBAO); e, Terço Inferior, Lado de Baixo, Chumbão (TILBCHUMBAO)



Fonte: Elaborada pelos autores.

A respeito da produção (Tabela 10), verifica-se efeito da desfolha em todas as variáveis estudadas, destacando-se o efeito consistente da desfolha na produção.

Tabela 10. Quadrados médios dos dados de produção das variáveis, Peso do Café Maduro (PCM); Volume do Café Maduro (VCM); Peso do Café Seco em Coco (PCSC); Volume do Café Seco em Coco (VCSC); Peso do Café Beneficiado (PCB) e Volume do Café Beneficiado (VCB). A média foi obtida por planta.

FV			Vari	áveis		
F V	PCM (Kg²/pl)	VCM (L²/pl)	PCSC (Kg²/pl)	VCSC (L ² /pl)	PCB (Kg²/pl)	VCB (L²/pl)
Trat.	61,486*	160,890*	11,215*	75,775*	3,909*	9,273*
Bloco	0,294	2,808	0,367	6,168	0,315	0,495
Erro	1,622	7,4755	0,704	5,713	0,243	0,594
CV(%)	14,021	18,856	21,783	27,245	21,540	22,313
Média/pl	9,085 kg	14,500 L	3,853 kg	8,773 L	2,292 kg	3,454 L

^{* -} significativo, pelo teste F, a 5% de probabilidade. ns – não significativo.

Fonte: Elaborada pelos autores.

O teste de médias para as variáveis que apresentaram efeito significativo de tratamento é apresentado na Tabela 11.

Tabela 11. Teste de médias para as variáveis: Peso do Café Maduro (PCM); Volume do Café Maduro (VCM); Peso do Café Seco em Coco (PCSC); Volume do Café Seco em Coco (VCSC); Peso do Café Beneficiado (PCB) e; Volume do Café Beneficiado (VCB), sendo as variáveis de peso determinadas em quilogramas (Kg) e as de volume em litros (L) por planta

DESFOLHA			Var	iáveis		
(%)	PCM (Kg/pl)	VCM (L/pl)	PCSC (Kg/pl)	VCSC (L/pl)	PCB (Kg/pl)	VCB (L/pl)
0	11,94 A	19,66 A	5,08 A	12,70 A	2,95 A	4,56 A
25	10,88 A	18,06 A	4,82 A	11,90 A	2,84 A	4,36 A
50	9,86 A	16,66 A	4,37 A	11,66 A	2,60 A	4,00 A
75	11,61 A	16,50 A	4,55 A	6,80 B	2,79 A	4,00 A
100	1,11 B	1,60 B	0,42 B	0,80 B	0,26 B	0,34 B

As médias seguidas por uma mesma letra não diferem estatisticamente da primeira média, pelo teste de Dunnett, a 5%.

Fonte: Elaborada pelos autores.

No teste de médias na tabela 11, observa-se resultados estatísticos similares para todas as variáveis, apresentando efeito significativo em relação às porcentagens de desfolhas para

todas as variáveis, exceto para VCSC, onde não houve diferença entre as médias dos tratamentos de 75 e 100% de desfolha, sendo estas inferiores aos demais tratamentos. Nas demais variáveis, não foi observada diferença entre as porcentagens de 0 a 75%.

A perda nas variáveis de produção, quando se praticou desfolha total, já era esperada, uma vez que todas as variáveis de crescimento vegetativo foram afetadas significativamente neste nível de desfolha.

Foi possível observar que, nas Tabela 10 e 11, o tratamento 0%, onde não aplicou desfolha, foi o que apresentou maiores médias, para as variáveis de PCM; PCSC; PCB, assim como para o VCM; VCSC; e VCB, isto, quando comparado com os tratamentos 25%, 50%, 75% e 100%. Esses resultados corroboram com Favarin *et al.* (2002), que afirmaram que o aumento da desfolha diminui a intensidade de luz absorvida, consequentemente obtendo menor taxa de fotoassimilados.

5. CONCLUSÕES

Somente desfolhas de 100% promoveram alterações significativas nas variáveis diâmetro da copa e número de ramos plagiotrópicos.

Não houve efeito significativo de desfolha para o diâmetro do caule e a altura das plantas.

O número de chumbinhos, em qualquer parte da planta, foi afetado pela desfolha de 100%.

O número de chumbões, em qualquer parte da planta, foi afetado pela desfolha de 100%.

As variáveis de produção (pós-colheita) foram afetadas pela desfolha total.

A altura da planta, o número de ramos plagiotrópicos e o diâmetro da copa se alteraram mais rapidamente dentre as avaliações vegetativas em plantas que não receberam desfolha.

6. REFERÊNCIAS

ALVARENGA. G. *et al.* Efeitos de níveis de desfolha na produção do cafeeiro. In **Anais...**: CBPC, S. Guarapari E. S., 1977. Resumos. Rio de Janeiro, IBC/ Gerça, 1977. 102p.

AMARAL, J. A. T.; DAMATTA, F. M.; RENA, A. B. Effects of fruiting on the growth of arabica coffee trees as related to carbohydrate and nitrogen status and to nitrate reductase activity. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**,n.12, p.66-74, 2001.

CONAB (2015). Safra 2015, Quarto Levantamento. Disponível em: **Erro! A referência** de hiperlink não é válida. Acesso em 22 set. de 2016.

_____. Acompanhamento da safra brasileira. Disponível em: <.http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_01_20_17_01_56_boletim_cafe_-_janeiro_201 6. pdf. 68p>. Acesso em 13 out. de 2016.

______. safra brasileira de café, v. 6– Safra 2020, n. 1- Primeiro levantamento, Brasília, p. 1-62. Disponível em: <. <u>file:///C:/Users/Usuario/Downloads/BoletimZcafZjaneiro Z2020%20(1).pdf></u>. Acesso em 12 de mai. De 2020.

DAMATTA, F.M., RONCHI, C.P., MAESTRI, M., BARROS, R.S. Ecophysiology of coffee growth and production. **Brazilian Journal of Plant Physiology**. v. 19, n.4, p.485-510, 2007.

DAMATTA, F.M., RAMALHO, J.D.C. Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology and production: A review. **Brazilian Journal Plant Physiology**, v.18, n.1, p.55-81, 2006.

FAVARIN, J. L., DOURADO NETO, D., GARCÍA, A. G., NOVA, N. A. V., FAVARIN, M. G. G. V. Equações para a estimativa do índice de área foliar do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, p.769-773, 2002.

FERRÃO, M. A. G., FERRÃO, R. G., FONSECA, A. F. A. DA, VERDIN FILHO, A.C., VOLPI, P. C. (2007) Origem, dispersão, taxonomia e diversidade genética de *Coffea canephora* In: FERRÃO, R. G., FONSECA, A. F. A. DA, BRAGANÇA, S. M., FERRÃO, M. A. G., DEMUNER, L. H. (eds.). Café Conilon. Vitória: INCAPER, Cap.3, p.64-91.

GOMES, F. P. Curso de estatística experimental. Piracicaba: Nobel, 2000. 477 p.

KHANNA-CHOPRA, R. Photosynthesis in relation to crop productivity. In: YUNUS, M.; PATHRE, U.; MOHANTY, P. (Eds). **Probing photossynthesis**. London: Taylon e Francis, p.263-280. 2012.

KOZLOWSKI, T.T. Carbohydrates sources and sinks in wood plants. **The Botanical Review**, New York, n.2, p.107-222, abr./jun.1992.

MATIELLO, J. B.; CARVALHO, M. L. **Determinação do nível e época de desfolha natural, em cafeeiros, arábica e robusta**. PROCAFÉ, 2012.

MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S.R.; FERNANDES, D. R. Cultura de Café no Brasil: Novo manual de recomendações. MAPA/PROCAFÉ, ed. 5, 2005.

PAIVA, R.; OLIVEIRA, L. M. **Fisiologia e Produção Vegetal**. 1. ed. Lavras: Editora UFLA, 2006, 104 p.

PAULO, E. M.; FURLANI JÚNIOR, E.; FAZUOLI, L. C. Comportamento de cultivares de cafeeiro em diferentes densidades de plantio. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 3, p. 397-409, 2005.

RODRIGUES, W. P.; MARTINS, L. D.; LIDON,F. J. C.; LEITÃO, A. E.; BARROS, A1.R.; DAMATTA, F. M.; RAMALHO., J. C. Interação de altas temperaturas e déficit hídrico no cultivo de *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner. 2016, 112p.

RONCHI C.P, DAMATTA F.M (2007) Aspectos fisiológicos do café conilon. In: FERRÃO RG, FONSECA AFA, BRAGANÇA SM, FERRÃO MAG, DE MUNER LH(Eds.). **Café Conilon.** Vitória, Seag/Incaper. P. 95-115.

SAEG. **SAEG:** sistema para análises estatísticas, versão 9.1. Viçosa: UFV, 2007.

VALLE FILHO, J. G. R. do. Desenvolvimento vegetativo do cafeeiro recepado com diferentes doses e fontes de P₂O₅. 2008. 51f. Trabalho de Conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Cafeicultura. Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho. Muzambinho, 2008.

ZELITCH, I. The close relationship between net photosynthesis and crop yield. **BioScience**, v.32, n.10, p. 796-802, 1982.

CAPÍTULO 4

METODOLOGIA ALTERNATIVA PARA ESTIMAR O ESCOAMENTO SUPERFICIAL E A PERDA DE SOLO EM LAVOURAS DE CAFÉ

Luiz Cezar Faria
Jéferson Luiz Ferrari
Jose Francisco Lopes
Lucas Rosa Pereira
Euliene Pereira Henrique
Mário Euclides Pechara da Costa Jaeggi

1. INTRODUÇÃO

A cultura do café é de extrema importância para a agricultura capixaba, pois trata-se de uma atividade que está ligada diretamente à agricultura de base familiar e está presente em quase todos os municípios capixabas, mantendo o agricultor na roça e possibilitando fazer o que ele sabe e gosta de fazer.

Dos 78 municípios capixabas, o café se faz presente em 77, com mais de 65% das propriedades abrangidas pela cultura (FERRÃO *et al.*, 2007). As espécies mais cultivadas são *Coffea canephora* (conilon) e *Coffea arábica* (arábica). O conilon representa 77,7% do total cultivado com uma produção de 5.035 milhões sacas beneficiadas (VITTE, 2016) e, em menor área cultivada, encontra-se o arábica, situado principalmente nas regiões de montanhas (altas altitudes) que responde por aproximadamente 26% do total cultivado.

No Sul do estado do Espírito Santo, as lavouras cafeeiras encontram-se, em sua maioria, em regiões cujo relevo possui declividade acentuada (montanhoso e escarpado), no qual a baixa adoção de práticas conservacionistas favorecem a ocorrência dos processos erosivos e a redução da infiltração da água no solo (PAULA *et al.*,2017),

Segundo Bertoni e Lombardi Neto (2010), os processos erosivos consistem no desprendimento e arraste das partículas do solo, de origem natural ou não, causados pela ação da água da chuva (erosão hídrica), que é a mais comum no Brasil, pela ação do vento (erosão eólica), pela combinação das duas, e também pela ação do homem (erosão acelerada), quando é realizada uma ocupação desordenada e alterações indevidas no meio natural.

Salomão (2010) ressalta que o entendimento correto dos processos erosivos deve estar relacionado a sua causa. Neste sentido, aponta dois importantes eventos iniciais para esse entendimento: o primeiro refere-se ao impacto das gotas de chuva no solo, sobretudo quando desprovido de vegetação; e o segundo, trata-se do escoamento superficial das águas pluviais, o que permite o transporte das partículas liberadas.

Guerra (2010) e Pruski (2008) explicam que as gotas de chuva que golpeiam o solo contribuem para a erosão hídrica por meio de um processo complexo que pode ser resumido da seguinte maneira: (a) ocorre o efeito "splash" reduzindo as forças coesivas do solo; (b) segue-se a desintegração dos agregados; (c) dá-se a obstrução dos poros na subsuperfície, ocasionando a compactação e o selamento; (d) excedida a capacidade de acumulação de água no solo, ocorre o empoçamento da água nas depressões; (e) inicia-se o escoamento superficial e o transporte de partículas do solo sofrendo deposição quando a velocidade do escoamento superficial não for mais suficiente para manter as partículas de solo em suspensão. Pruski (2008) salienta ainda que, além das partículas de solo em suspensão, o escoamento superficial transporta compostos químicos, matéria orgânica, sementes e defensivos agrícolas causando prejuízos diretos à qualidade dos solos e dos recursos hídricos.

Com a finalidade de melhor entender o complexo processo do escoamento superficial e perda de solo, foram desenvolvidas várias metodologias como o Método Racional, o Método do Número da Curva (PRUSKI *et al.*,1997), a Equação Universal de Perda de Solo (BARRETO *et al.* 2009) etc. Todavia, esses métodos possuem algumas dificuldades de execução, pois exigem equipamentos caros, elevado esforço amostral e pessoal treinado. Daí, a importância também do desenvolvimento de metodologias alternativas

para o melhor compreensão do escoamento superficial e dos impactos provocados pela erosão hídrica visando a tomada de decisão a campo, (PARCHEN, PÉLLICO NETTO, RIZZI, 2011), principalmente metodologias adaptadas às condições do pequeno produtor rural.

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver uma metodologia alternativa, de baixo custo e de fácil utilização, para estimar o escoamento superficial e a perda de solo em layouras de café.

2. METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido no Setor de Cafeicultura do Instituto Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre, localizado no município de Alegre, ES, nas coordenadas geográficas de 20° 45' 49,6" S, 41° 27' 20,8" W e altitude de 128 m.

2.1 Desenvolvimento da metodologia

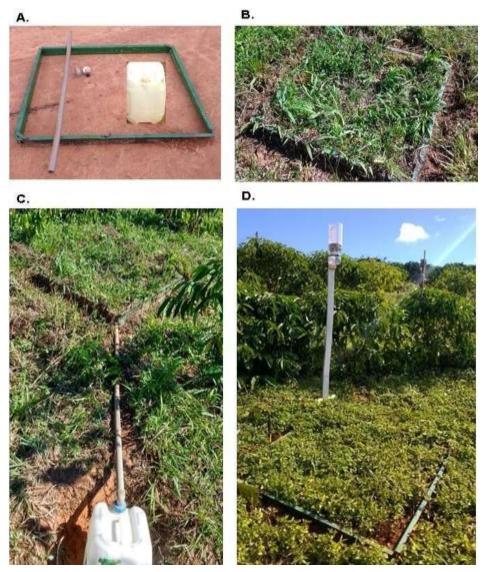
Inicialmente, foi realizado um estudo bibliográfico sobre os métodos de determinação do escoamento superficial e de perda de solo e, em seguida, construída, instalada e utilizada uma unidade experimental composta por: uma micro parcela de 1 m² de área, delimitada com chapas de ferro galvanizado; um sistema coletor de fluxo de água na superfície do solo e um pluviômetro artesanal, construído com garrafa de Policloreto de Vinila (PET). Na Figura 1, são ilustrados os principais procedimentos empregados para o desenvolvimento e instalação da metodologia.

A área escolhida para a instalação da unidade experimental foi uma lavoura de café conilon Vitória (INCAPER 8142) (FONSECA *et al.*, 2007), cultivada sob um terreno com declividade de 22%, no espaçamento de 3 x 1,10 m e com 6 anos de cultivo.

Os tratos culturais na lavoura consistiram em: roçadas; desbrotas; adubações de cobertura,

de acordo com análises do solo e divididas em três aplicações (geralmente, nos meses de outubro, dezembro e fevereiro); e após a colheita, foram retirados os ramos plagiotrópicos produzidos naquele ano.

Figura 1 - Procedimentos realizados para o desenvolvimento e instalação da metodologia: **A**. Reunião dos materiais; **B**. Instalação do quadro, referente a parcela; **C**. Instalação das conexões e do receptor do escoamento; **D**. Conjunto com a instalação do pluviômetro artesanal



Fonte: Elaborado pelos autores.

Na Tabela 1, são mostradas as características e os preços dos materiais utilizados para a

construção da micro parcela e do sistema coletor de fluxo de água na superfície do solo. Na Tabela 2, são apresentadas as características e preços dos materiais empregados para a construção do pluviômetro artesanal de PVC.

Tabela 1 - Relação de materiais utilizados para a construção da micro parcela e do sistema coletor de fluxo de água que ocorre na superfície do solo

Item	Material	Unidade	Quantidade	Custo Unitário(R\$)*	Custo Total(R\$)
1	Tambor de plástico de 20 litros	Unid	1	-	-
2	Argila	Sc	1	4,95	4,95
3	Chapa de ferro galvanizada (1,00x1,00x0,15 m)	m	4	-	-
4	Cano de PVC 30 mm	m	1	-	-
5	Curva de PVC 30 mm	Unid	1	2,00	2,00
6	Joelho de PVC 30 mm	Unid	1	2,00	2,00
7	Cimento	Kg	5	2,78	13,90
Total	-	•		11,73	22,85

^{*-}Preços levantados numa loja de material de construção de Rive, distrito de Alegre, no dia 12 de setembro de 2017.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 2 - Relação de materiais para confecção do pluviômetro artesanal de PVC.

Item	Material	Unidade	Quantidade	Custo Unitário(R\$)*	Custo Total(R\$)	
1	Régua de madeira de 0,02x0,02x2,00 m	Unid	1	3,00	3,00	
2	Garrafa PET de 21	Unid	1	-	-	
3	Braçadeira plástica	Unid	2,00	-	2,00	
4	Tinta	lata	6,00	-	12,00	
Total	-	-		3,00	17,00	

^{*-}Preços levantados numa loja de material de construção de Rive, distrito de Alegre, no dia 12 de setembro de 2017.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para a construção e delimitação da parcela, foi utilizado um quadro metálico de 1,00 x 1,00 x 0,15 m, obtido da sobra de uma cobertura metálica de um galpão. O tambor de 20 L de capacidade foi utilizado para receber a água escoada da área experimental. Os materiais hidráulicos, tais como curva, joelho e cano PVC foram utilizados para fazer as conexões e vedações necessárias.

O quadro metálico foi soldado na oficina do Ifes-Campus de Alegre, no tamanho de 1,00 x 1,00 m, formando uma área de 1 m². Este quadro foi lixado e posteriormente passado "uma mão" de tinta, para não haver retenção de água nas paredes do mesmo. Em seguida, foi levado ao local de instalação.

Na vertente da lavoura supracitada, fez-se a instalação do quadro metálico e os demais componentes na superfície do solo, fazendo o isolamento com o uso de argamassa. Para instalação do tambor receptor da água escoada, foi realizado um buraco no solo a uma profundidade de 50 cm, a 2 m de distância da parcela experimental (quadro metálico), no sentido da declividade do terreno.

Após a primeira chuva, foi feita uma observação visual para verificar a existência de possíveis vazamentos nas bordas da parcela experimental. Uma vez observados os vazamentos, foram feitas as devidas correções visando a aplicação e análise da metodologia.

Para a medição da precipitação pluviométrica, foi construído e utilizado um pluviômetro artesanal, feito com uma garrafa cilíndrica e transparente, tipo PET, com capacidade para 2 L. Essa garrafa foi graduada em milímetros (mm), com auxílio de uma régua milimetrada e fixada à 1,5 m de altura do solo em uma ripa de madeira, localizada logao acima da parcela experimental.

2.1 Aplicação da metodologia e análise dos resultados

Após a instalação da parcela em campo, foram realizados três testes visando a aplicação e demonstração da referida metodologia. Esses testes ocorreram nos dias 23, 24 e 28 de junho de 2017. Dessa forma, após eventos de precipitação pluviométricos, no mês de junho do corrente ano, foram feitas as medições da altura de precipitação pluviométrica

(mm), do volume de água escoado (L); e da massa de terra (g) carreada pelo escoamento superficial.

A medição da altura de precipitação, foi realizada por intermédio do nível da água na régua graduada do pluviômetro artesanal, e a medição do volume de água escoada e retida no tambor plástico foi feita via proveta graduada em mL. Na possibilidade de haver escoamento superficial do solo devido à erosão hídrica, a determinação de solo carreado dá-se por secagem do solo, coletado no tambor, até atingir o ponto de Terra Seca ao Ar, que é avaliada por meio do uso de balança (kg/m²). Tal procedimento visa estimar as perdas de solo provocadas pela erosão hídrica na área experimental.

De posse dos dados das alturas de precipitação e dos volumes escoados foram, então, calculados e analisados os valores de coeficiente de escoamento superficial (Equação 01)

$$C = \frac{Volume_{Escoado}}{Volume_{Precipitado}}$$
 Eq. 01

Em que, C = Coeficiente de escoamento superficial (0-1); Volume escoado = Volume de água escoada na superfície interna da micro parcela experimental (1); Volume precipitado = Volume de água precipitado no interior da micro parcela experimental (1).

Para a obtenção do volume precipitado foi considerada a área da micro parcela experimental (1 m^2) , e a relação de que $1 \text{mm} = 1 \text{ l/m}^2$.

Para avaliar a existência e o grau de correlação entre a precipitação pluviométrica e o volume escoado, foi realizado o cálculo do coeficiente de correlação de Pearson, cuja interpretação foi feita segundo as classes mostradas na Tabela 03 (CRESPO, 2005).

Tabela 3 - Classes para a interpretação do coeficiente de correlação de Pearson

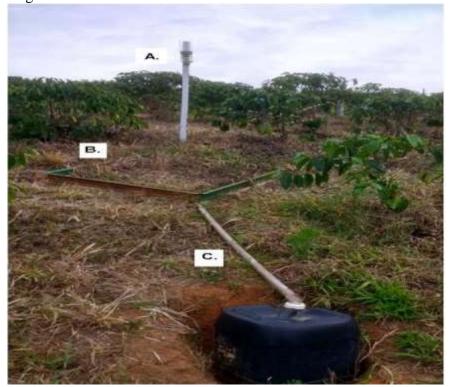
Coeficiente	Interpretação			
> 0,9 positivo ou negativo	Correlação muito forte			
0,7 a 0,9 positivo ou negativo	Correlação forte			
0,5 a 0,7 positivo ou negativo	Correlação moderada			
0,3 a 0,5 positivo ou negativo	Correlação fraca			
0 a 0,3 positivo ou negativo	Correlação desprezível			

Fonte: Adaptado de Crespo (2005).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2, é a apresentada uma imagem da unidade experimental instalada na lavoura de café do Setor de Cafeicultura do Ifes - Campus de Alegre. Nela, é possível visualizar todos os componentes que integram a unidade experimental.

Figura 2 - Unidade experimental e seus elementos instalados em uma lavoura de café conilon- A: pluviômetro artesanal; B: micro parcela de 1 m² de área; C: sistema coletor de fluxo de água



Fonte: Elaborado pelos autores.

Trata-se de uma metodologia simples, de baixo custo, portátil e de fácil construção, acessível para todos os cafeicultores. O custo estimado para construção de uma unidade da presente metodologia foi de trinta e nove reais e oitenta e cinco centavos (R\$ 39,85) (Tabelas 1 e 2).

A metodologia possibilitou estimar o escoamento superficial e as perdas de solo que ocorrem na lavoura de café, proporcionando assim o replanejamento do uso e do manejo do solo. A água e os sedimentos que escoaram no interior da micro parcela (Figura 2, B)

foram conduzidos por gravidade para o sistema coletor de fluxo de água (Figura 2, C).

Dessa forma, com o emprego dessa metodologia, o produtor passa a dispor de uma ferramenta que lhe permite estimar o quanto de água está sendo escoada e ou infiltrada no solo, como também a quantidade de terra carreada pelo escoamento superficial, perdida com a erosão hídrica, contribuindo assim para a prática de uma agricultura mais sustentável (PRUSKI, 2008).

Nas condições que hoje se encontram a maioria dos nossos solos, não se pode mais pensar em agricultura sem o emprego de técnicas conservacionistas, mas, para que isso ocorra, faz-se necessário um conhecimento criterioso do problema, que só será possível com a utilização de tecnologias que nem sempre se encontra ao alcance do pequeno produtor, daí a importância da utilização de tecnologias que auxilie na tomada de decisão. Ressaltase que o que se busca é uma agricultura sustentável, tanto do ponto de vista ambiental, social e econômico (MACHADO, 2017).

Na Tabela 4 são apresentados os dados das alturas de precipitação, dos volumes escoados e dos valores de coeficientes de escoamento superficial obtidos nos testes realizados no mês de junho de 2017. Na Figura 3, é apresentado o gráfico de correlação entre a precipitação pluviométrica e o volume escoado.

Tabela 4 - Resultados das alturas de precipitação, dos volumes escoados e dos valores de coeficientes de escoamento superficial (C), obtidos com a aplicação da metodologia, em três dias de chuvas no mês de junho de 2017

Data	Precipitação (mm)	Volume escoado (ml)	C (Adimensional)		
23/06/2017	6	8	0,0013		
24/06/2017	10	13	0,0013		
28/06/2017	18	19	0,0011		
Total	34	40	0,0037		
Média	11,33	13,33	0,0012		

Nota: Área da micro parcelas = 1 m^2 Fonte: Elaborado pelos autores. As informações da Tabela 4 são de grande importância, pois ajudaram a entender a importância e o comportamento das precipitações pluviométricas no manejo conservacionista da lavoura. Nota-se que o valor médio de escoamento superficial é considerado baixo quando comparado com os valores de escoamento superficial apresentados na literatura. Loureiro (1994), por exemplo, apresenta valores médios de escoamento superficial de 0,58 para culturas perenes, em condições topográficas com 20 a 40% de declividade.

Durante o mês de estudo, houve correlação linear positiva entre o volume escoado e o volume precipitado (Figura 3). Quanto maior a altura de precipitação maior o volume escoado superficial. E a correlação encontrada (r = 0,991) é considerada como muito forte (CRESPO, 2005).

Nonme escoad of the second of

Figura 3 - Correlação entre a precipitação pluviométrica e o volume escoado obtida Durante o mês de junho de 2017

Fonte: elaborado pelos autores.

Os baixos valores encontrados de coeficiente de escoamento podem ser explicados pelo manejo adotado para o controle da vegetação espontânea (o solo foi mantido coberto com vegetação viva), e pela época em que foram realizados os testes (junho), mês de baixa precipitação. Nesta época, o solo da micro parcela encontrava-se totalmente coberto com vegetação natural, e a região se encontrava no período de estiagem, com valor médio de

Precipitação pluviométrica (mm)

precipitação de 26,7 mm (LIMA et al., 2008).

Bertoni e Lombardi Neto (2010), explicam que, sem a cobertura vegetal, o solo fica exposto à ação da energia cinética das gotas de chuva, o que pode diminuir a infiltração da água no solo e produzir mais escoamento superficial.

Em função do baixo volume de precipitação e condições favoráveis à infiltração da água das chuvas, não ocorreu escoamento superficial de solo em processo de erosão hídrica, uma vez que a medição de solo presente no tambor foi igual a zero (kg/m²). Ressalta-se que, os resultados de coeficiente de escoamento superficial obtidos neste trabalho servem apenas para demonstrar a correlação entre a precipitação e o escoamento. Não deveriam, portanto, ser consideradas como referências para o que ocorre na referida lavoura ao longo de todo o ano safra. Para tanto, há necessidade de mais estudos que contemplem o monitoramento do escoamento superficial por um período maior de tempo.

3. CONCLUSÕES

A metodologia é de baixo custo, portátil, de fácil construção e aplicação.

A observação e mensuração associada da precipitação pluviométrica e escoamento superficial *in situ* favore o entendimento da importância da manutenção do solo coberto e da forma que ocorre o deslocamento da água na superfície do solo.

A metodologia pode ser adotada para outros ambientes agrícolas.

4. REFERÊNCIAS

BARRETTO, A. G. O. P.; BARROS, M. G. E.; SPAROVEK, G. Bibliometria, história e geografia da pesquisa brasileira em erosão acelerada do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 2443-2460, 2009.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. São Paulo: ícone, 2010. 355p.

- CRESPO, A. A. Estatística Fácil. São Paulo, SP: Saraiva, 2005. 232p.
- FONSECA, A. F. A; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; ZUCATELI, F. Conilon Vitória: 'Incaper 8142' Variedade Clonal de Café. DCM/Incaper. Documento no 128 (3a Edição), 2007.76p.
- FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; VERDIN FILHO, A. C.; VOLPI, P. S.; ZUCATELI, F. Conilon Vitória: 'Incaper 8142' Variedade Clonal de Café. **DCM/Incaper.** Documento nº 128 (3ª Edição), 2007. 76p.
- GUERRA, A. J. T. O início do Processo Erosivo. In: GUERRA; A. J. T., SILVA, A. S.; R.G.M. BOTELHO, R. G. M. Erosão e Conservação dos Solos Conceitos, Temas e Aplicações. Rio de Janeiro, Editora Bertrand Brasil, p. 15-55, 2010.
- LIMA, J. S. S.; SILVA, S. A.; OLIVEIRA, R. B.; CECÍLIO, R. A.; XAVIER, A. C. Variabilidade temporal da precipitação mensal em Alegre ES. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 2, p. 327- 332, 2008.
- LOUREIRO, B. R. **Pequenas Barragens de Terra**. Universidade Federal de Viçosa, MG. 1994. 34p. 250p.
- MACHADO, F. S. Erosão hídrica sob chuva simulada em diferentes classes de solos e coberturas vegetais na província petrolífera de urucu— coari, AM. Disponível em:< https://pt.scribd.com/document/338435914/>. Acesso em: 15 mar. de 2017.
- PARCHEN, C. A. P.; NETTO, S. P.; RIZZI, N. E. Teste de metodologia alternativa para mensuração de escoamento superficial de água no solo em ambientes florestais. **Floresta**, v. 41, n. 3, p. 629-640, 2011.
- PAULA, M.; CABANÊZ, P.; FERRARI, J. Desgaste superficial do solo em cafeicultura capixaba de montanha em função do manejo da vegetação espontânea. **Engenharia Ambiental**, v.10, n.2, p. 090-104, 2013.
- PRUSKI, F. F. Conservação do solo e água: práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica. Viçosa, MG: UFV, 1ª reimpressão, 2008. 240p.
- SALOMÃO, F. X. de T. Controle e prevenção dos processos erosivos. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M. Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 229-268, 2010.
- VITTE, A. C., MELLO, J. P. Considerações sobre a erodibilidade dos solos e a erosividade das chuvas e suas consequências na morfogênese das vertentes: um balanço bibliográfico. Disponível em: < http://www.amda.org.br/imgs/up/Artigo_12 .pdf >. Acesso em: 05 set. de 2016.

CAPÍTULO 5

FERTILIDADE DO SOLO EM LAVOURAS DE CAFÉ CONILON EM FELIZ LEMBRANÇA, ALEGRE-ES

Leandro do Nascimento Fossi João Batista Pavesi Simão José Francisco Lopes João Batista Esteves Peluzio

1. INTRODUÇÃO

Fator primordial para o desenvolvimento da planta, a fertilidade do solo está ligada diretamente ao seu material de origem (fonte geológica), bem como ao histórico de exploração e processos naturais de adição e remoção, sendo considerado como fértil o solo que apresenta valores satisfatórios de macro e micronutrientes para o desenvolvimento de uma determinada cultura (CANTARUTTI *et al.*, 2007).

A manutenção da fertilidade do solo depende de sistemáticos levantamentos por meio de análises e subsequentes recomendações de corretivos e fertilizantes, em sintonia com resultados de pesquisas publicadas por meio de manuais, artigos ou sistemas computacionais. No Estado do Espírito Santo, a interpretação da fertilidade do solo e a respectiva recomendação de insumos para diferentes culturas baseia-se em publicação de autoria de órgãos governamentais, datada do ano 2007 (PREZOTTI *et al.*, 2007).

O conhecimento da fertilidade do solo na cafeicultura, a exemplo de outros cultivos, é chave para o sucesso da atividade. Lavouras que apresentam maiores produtividades são desenvolvidas com adoções crescentes de tecnologia, dentre elas o uso racional de corretivos e fertilizantes.

Com a implantação do Programa de Renovação e Revigoramento do Café Conilon na Região Sul do Estado do Espírito Santo, focado, sobretudo, no aumento de produtividade, foram intensificadas ações de acompanhamento mais rigoroso do estado nutricional do

solo e das lavouras (FONSECA *et al.*, 2012). A recomendação de insumos por parte de instituições e profissionais autônomos passou a ser de forte auxílio na melhoria de resultados da atividade cafeícola da região.

Dentre as comunidades atendidas por programa de extensão iniciado no ano 2010 pelo Ifes — Campus de Alegre, em associação à empresa Caparaó Júnior, Feliz Lembrança, localizada no município de Alegre-ES, se destacou como uma das mais proativas, tendo uma organização social que demandou um estudo da fertilidade do solo e respostas da cultura do café conilon ao longo de 5 anos. O histórico, até então, apontava para produtividades médias anuais de até 20 sacas por hectare.

A investigação sobre os fatores responsáveis pela baixa produtividade apontou que uma das principais causas era a deficiência na assistência técnica e desconhecimento técnico dos cafeicultores quanto à interpretação de análises de solo e a recomendação de fertilizantes, quase sempre realizada por representantes comerciais do segmento de insumos agrícolas.

O objetivo deste trabalho foi analisar a adoção das recomendações de corretivos e fertilizantes refletidas nos registros da evolução da fertilidade do solo em nove lavouras de *Coffea canephora* na localidade de Feliz Lembrança, município de Alegre, região do Caparaó Capixaba, entre os anos de 2010 a 2014.

2. METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada no munícipio de Alegre – ES, na comunidade de Feliz Lembrança. O clima da região é do tipo "Aw" com estação seca no inverno, de acordo com a classificação de Köppen. A temperatura anual média é de 23,1 °C e a precipitação anual em torno de 1.200 mm. Foram acompanhadas 9 lavouras cafeeiras de *Coffea canephora* em produção, contendo de 1.500 a 5.000 plantas, no período de 2010 a 2014.

Nove lavouras foram escolhidas aleatoriamente dentre dezenove lavouras que estavam sendo acompanhadas na referida comunidade por uma equipe da empresa júnior Caparaó Jr., formada por estudantes do Curso Superior de Tecnologia em Cafeicultura do Ifes –

Campus de Alegre. Como critério para participar, foi exigida regularidade no atendimento demandado pelos produtores, sendo que somente foram considerados, para efeito de escolha, as nove lavouras que tiveram atendimento em todos os anos de 2010 a 2014.

As coletas das amostras de solo foram realizadas por meio do uso de sonda inoxidável, na profundidade de 0,0 m – 0,20 m, sob a projeção da copa das plantas, considerando-se um total de 20 subamostras por lavoura, de acordo com Ferrão *et al.* (2012). Depois de coletadas, as subamostras foram destorroadas e homogeneizadas, dando origem à uma amostra composta por lavoura. Essas amostras foram encaminhadas para análise química em laboratório qualificado em programas de aferição de qualidade (Embrapa e Profértil-MG). Foram analisados: matéria orgânica, pH em água, P, K, Ca, Mg, Al, H+Al, soma de bases, CTC pH 7,0, saturação por bases, P-rem, S, B, Zn, Mn, Cu e Fe.

Com a obtenção dos resultados das análises de fertilidade, as suas interpretações e a recomendação de insumos seguiram metodologia descritas por Prezotti e Fullin (2007) e por Lani, Prezotti e Bragança (2007), respectivamente, que constam do Manual de recomendação de calagem e adubação para o estado do Espírito Santo: 5ª Aproximação.

Para confecção de fertigrama, os dados foram transformados, conforme descrito na Equação 1. Nesse caso, foram calculados os níveis adequados para a cultura (NAC) em função da recomendação da literatura, além de gerar o fator de divisão dos dados obtidos nas análises (F), sendo este referente a \frac{1}{4} do nível recomendado para a cultura, e que foi utilizado na Equação 2, que calculou o nível do atributo transformado.

O nível adequado de cada atributo ficou representado no fertigrama com o número 4, haja vista que este foi dividido por sua quarta parte. Isso permitiu ter os atributos analisados em um mesmo fertigrama.

$$NAC = \frac{\text{N\'ivel ideal recomendado para a cultura}}{F}$$
 (Eq. 01)

Em que;

NAC: Nível adequado para a cultura, e

F: ¹/₄ do nível ideal recomendado para a cultura.

$$NAT = \frac{\text{N\'ivel do fator na an\'alise}}{F}$$
 (Eq. 02)

Em que;

NAT: Nível do atributo transformado, e

F: fator de transformação do atributo.

Tanto as análises, quanto as interpretações e recomendações de corretivos e fertilizantes foram entregues anualmente aos produtores participantes e discutidas para posterior adoção, da parte deles, de medidas de manejo visando melhorias das lavouras. Por outro lado, os produtores tiveram liberdade para a escolha dos fornecedores de insumos, respeitando-se as dosagens recomendadas. Também houve liberdade às datas e volumes efetivamente aplicados.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, comparando-se os dados referentes as análises químicas anuais de nove lavouras de café conilon, no período de 2010 a 2014.

As análises estatísticas foram realizadas por meio do software livre Assistat 7.7 beta, registro INP 4051-2, versão 01/04/2015, onde os dados foram submetidos ANOVA em nível de 1 e 5% de significância, optando-se por se trabalhar somente com teste F protegido. Quando os resultados do teste F deram significativos, os dados foram submetidas ao teste de Tukey em nível de 5% de significância, segundo Silva *et al.* (2009) e Pimentel-Gomes (2006).

2. RESULTADOS

Com base na análise de variância das análises de fertilidade provenientes das nove lavouras, foi confeccionada a Tabela 1 com os valores médios anuais de fertilidade do solo para o período de 2010 a 2014. De forma similar, foi construída a Tabela 2, que apresenta os valores médios das nove lavouras ano a ano.

Tabela 1. Resumo estatístico da ANOVA com F a 5% de significância e teste Tukey a 5% de probabilidade, das análises químicas de 9 lavouras cafeeiras da localidade de Feliz Lembrança, no munícipio de Alegre - ES, no período de 2010 a 2014 (média de 5 anos).

Atributo	Unid.	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	C.V. (%)
Mat. Org.	dag/kg	2,078ns	2,016 ^{ns}	2,228ns	2,038ns	1,916 ^{ns}	2,092ns	2,210 ^{ns}	1,802 ^{ns}	1,830 ^{ns}	23,37
pН	(%)	5,262 ^{ns}	5,628 ^{ns}	5,320 ^{ns}	5,910 ^{ns}	5,460 ^{ns}	5,92 ^{ns}	5,650 ^{ns}	5,256 ^{ns}	5,584 ^{ns}	9,04
P	mg/dm^3	$7,70^{\text{ns}}$	8,12 ^{ns}	10,62 ^{ns}	7,08 ^{ns}	16,04 ^{ns}	6,68 ^{ns}	8,04 ^{ns}	23,08 ^{ns}	15,00 ^{ns}	101,02
K	mg/dm^3	$78,8^{\text{ns}}$	126,0 ^{ns}	153,4 ^{ns}	140,8 ^{ns}	117,4 ^{ns}	92,2 ^{ns}	140,6 ^{ns}	116,2 ^{ns}	150,6 ^{ns}	32,03
Ca	$Cmol_c/dm^3$	1,9c	2,54bc	2,38bc	3,22ab	2,24bc	2,12bc	3,72a	1,8c	2,68abc	21,45
Mg	Cmol _c /dm³	$0,68^{\text{ns}}$	0.86^{ns}	$0,92^{ns}$	1,02 ^{ns}	0.88^{ns}	0.80^{ns}	1,10 ^{ns}	0.80^{ns}	$0,94^{ns}$	21,35
Al	Cmol _c /dm³	$0,334^{ns}$	$0,400^{\rm ns}$	0,284 ^{ns}	$0,096^{ns}$	$0,232^{ns}$	0,138 ^{ns}	0,174 ^{ns}	0,266 ^{ns}	$0,262^{ns}$	95,54
H + Al	Cmol _c /dm³	5,886 ^{ns}	$4,908^{ns}$	5,688 ^{ns}	4,056 ^{ns}	5,382 ^{ns}	5,756 ^{ns}	4,538 ^{ns}	5,648 ^{ns}	4,484 ^{ns}	29,6
S.B.	Cmol _c /dm³	2,768c	3,722bc	3,704bc	4,6ab	3,416bc	3,16bc	5,188a	2,904c	4,01abc	18,68
C.T.C. pH 7,0	Cmol _c /dm³	8,654 ^{ns}	8,632 ^{ns}	9,394 ^{ns}	8,658 ^{ns}	8,800 ^{ns}	8,918 ^{ns}	9,728 ^{ns}	8,554 ^{ns}	8,512 ^{ns}	16,04
V	(%)	32,58b	44,18ab	40,22ab	54,04a	40,32ab	36,46ab	53,76a	35,1ab	47,26ab	23,69
K C.T.C.	(%)	2,354 ^{ns}	3,812 ^{ns}	4,290 ^{ns}	4,218 ^{ns}	$3,394^{ns}$	3,744 ^{ns}	3,738 ^{ns}	3,680 ^{ns}	4,940 ^{ns}	35,58
Ca C.T.C.	(%)	22,386b	30,104ab	35,706ab	37,726a	26,334ab	24,184ab	38,47a	21,23b	30,2ab	25,45
Mg C.T.C.	(%)	$7,978^{ns}$	10,236 ^{ns}	10,054 ^{ns}	12,66 ^{ns}	10,656 ^{ns}	9,472 ^{ns}	11,496 ^{ns}	10,060 ^{ns}	11,200 ^{ns}	32,67
H+Al C.T.C.	(%)	67,422a	55,808ab	59,75ab	45,95b	59,656ab	63,54ab	46,216b	64,89ab	52,02ab	17,69
P-rem.	$Cmol_c/dm^3$	30,425a	29,265ab	25,825b	28,95ab	30,825a	27,325ab	29,675ab	31,3a	27,95ab	6,59
S	mg/dm^3	28,436ab	18,132b	39,92a	12,906b	26,254ab	22,174ab	17,196b	28,114ab	18,29b	40,91
В	mg/dm^3	$0,224^{\rm ns}$	$0,258^{ns}$	0,282ns	0,246 ^{ns}	$0,240^{\text{ns}}$	0,266 ^{ns}	0,260 ^{ns}	0,244ns	0,212 ^{ns}	62,85
Zn	mg/dm^3	3,24 ^{ns}	4,10 ^{ns}	4,54 ^{ns}	3,12 ^{ns}	4,20 ^{ns}	3,74 ^{ns}	4,50 ^{ns}	2,22ns	3,22 ^{ns}	40,06
Mn	mg/dm^3	30,42 ^{ns}	53,44 ^{ns}	60,50 ^{ns}	44,30 ^{ns}	36,74 ^{ns}	40,66 ^{ns}	60,42 ^{ns}	40,96 ^{ns}	57,08 ^{ns}	49,14
Cu	mg/dm^3	1,66 ^{ns}	2,40 ^{ns}	2,58 ^{ns}	2,14 ^{ns}	2,16 ^{ns}	2,38 ^{ns}	3,06 ^{ns}	1,44 ^{ns}	2,16 ^{ns}	41,28
Fe	mg/dm^3	36,66 ^{ns}	40,34 ^{ns}	41,40 ^{ns}	48,60 ^{ns}	76,30 ^{ns}	28,58 ^{ns}	49,82 ^{ns}	49,26 ^{ns}	47,06 ^{ns}	52,35
Produtividade	Sc.ha ⁻¹	33,4bc	37,8bc	34bc	51,4ab	40,6abc	30,4c	34bc	36bc	58ª	24,29

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; ns: não significativo. Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 2. Resumo estatístico da ANOVA com F a 5% de significância e teste Tukey a 5% de probabilidade, da evolução anual de atributos de análises químicas realizadas em lavouras cafeeiras da localidade de Feliz Lembrança, no munícipio de Alegre – ES (média de 9 lavouras)

Atributo	Unidade	Nível	Ano					FC FC	C.V.	DMC
Atributo		adequado	2010	2011	2012	2013	2014	- FC	(%)	DMS
Mat. Org	Dag.Kg ⁻¹	3	2,0bc	2,6a	2,2b	1,6d	1,7cd	23,082*	12,86	0,350
pH		6	5,0b	5,4ab	5,6a	5,8a	5,8a	6,690*	7,29	0,540
P	mg/dm^3	20	8,2 ^{ns}	13,5 ^{ns}	12,4 ^{ns}	12,0 ^{ns}	11,1 ^{ns}	0,243 ^{ns}	106,47	16,402
K	mg/dm^3	120	152,1a	122,4ab	130,2a	135,9a	79,3b	4,7299*	30,32	50,637
Ca	Cmol _c /dm³	4	2,2 ^{ns}	2,3 ^{ns}	2,9 ^{ns}	2,5 ^{ns}	2,6 ^{ns}	1,197 ^{ns}	30,36	1,026
Mg	Cmol _c /dm ³	1	0,9 ^{ns}	$0,7^{\text{ns}}$	0,9 ^{ns}	$0,9^{ns}$	1,0 ^{ns}	1,577 ^{ns}	22,93	0,274
Al^{+3}	Cmol _c /dm ³	0,3	0,3 ^{ns}	$0,3^{ns}$	0,2 ^{ns}	$0,2^{ns}$	$0,2^{ns}$	1,555 ^{ns}	91,92	0,300
H + Al	Cmol _c /dm ³	5	4,1b	6,2a	5,9a	4,8ab	4,8ab	4,055*	26,09	1,809
S.B.	Cmol _c /dm ³	5	3,5 ^{ns}	3,4 ^{ns}	4,2 ^{ns}	3,8 ^{ns}	3,7 ^{ns}	0,904*	26,49	1,327
T	Cmol _c /dm ³	10	7,6c	9,6ab	10,1a	8,6bc	8,5bc	8,409*	11,74	1,402
P-rem.	$Cmol_c/dm^3$		29,0ab	28,2ab	30,8a	27,7b	29,7ab	2,662*	7,76	3,038
V	%	60	46,4 ^{ns}	35,4 ^{ns}	41,6 ^{ns}	45,5 ^{ns}	44,3 ^{ns}	1,300 ^{ns}	27,23	15,644
S	mg/dm³	9,4	20,3 ^{ns}	25,8 ^{ns}	20,8 ^{ns}	22,7 ^{ns}	27,9 ^{ns}	0,682 ^{ns}	48,17	15,696
В	mg/dm³	0,6	0,2ab	0,2b	0,2ab	0,3ab	0,4a	3,992*	50,93	1,170
Zn	mg/dm³	6	2,9 ^{ns}	3,1 ^{ns}	4,3 ^{ns}	3,9 ^{ns}	4,0 ^{ns}	1,519 ^{ns}	40,60	2,003
Mn	mg/dm³	15	62,6 ^{ns}	33,2 ^{ns}	41,7 ^{ns}	45,2 ^{ns}	53,2 ^{ns}	2,96 ^{ns}	47,02	29,864
Cu	mg/dm³	1,5	1,6b	2,1ab	2,0ab	2,9a	2,5ab	2,775*	39,54	1,182
Fe	mg/dm³	45	51,5 ^{ns}	42,4 ^{ns}	43,6 ^{ns}	39,6 ^{ns}	55,2 ^{ns}	0,587 ^{ns}	55,61	34,781

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; ns: não significativo. Fonte: Elaborado pelos autores.

Os resultados médios demonstram haver variações entre as lavouras (Tabela 1) e também ao longo dos anos analisados (Tabela 2). Perceberam-se maiores variações entre as lavouras, por meio da média de cinco anos de análises, que entre os anos de estudo, considerando-se as médias das nove lavouras. Atributos como teor de fósforo, alumínio e micronutrientes foram os que apresentaram maiores coeficientes de variação.

O teor de matéria orgânica do solo variou de 1,6 a 2,6 dag/kg, estando próximo ou dentro da faixa recomendada, que é de 2,0 a 3,0 dag/kg, de acordo com Bragança *et al.* (2001).

O pH em água apontou para redução gradativa da acidez ativa do solo, devido à calagem realizada anualmente. Contudo, os valores máximos alcançados foram de 5,8 (nos anos 2013 e 2014). Segundo Sousa *et al.* (2007), os valores ideais de pH variam de 5,7 a 6,0. Anualmente, houve tendência de redução da acidez trocável (Al⁺³), mas essa diferença não foi significativa, variando de 0,3 para 0,2 Cmolc.dm⁻³, acompanhando de forma inversa a elevação do pH em água. Esses resultados demonstram não haver níveis comprometedores de alumínio trocável nos solos estudados (Tabela 2).

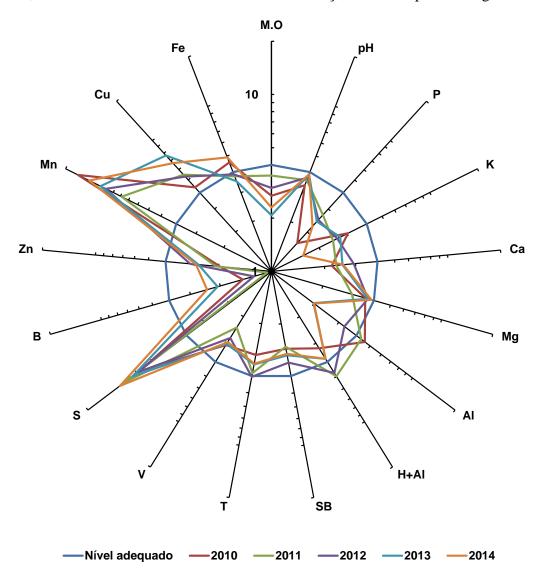
A acidez potencial foi classificada de média a alta, com valores variando de 4,1 a 6,2 Cmolc.dm⁻³. Por sua vez, não houve diferença significativa para a soma de bases, que apresentou valores de 3,4 a 3,8 Cmol_c.dm⁻³ (Tabela 2).

A CTC a pH 7,0 variou de 10,1 Cmolc.dm⁻³ o que a classifica como "alto" (Tabela 2), e o menor valor foi encontrado para o ano de 2010 com 7,6 Cmolc.dm⁻³ sendo classificado como "médio", os anos de 2011 e 2013 apresentaram respectivamente 9,6 e 8,6 Cmolc.dm⁻³, também classificados como "alto", e o ano de 2014 classificado como "médio" com 8,5 Cmolc.dm⁻³.

A saturação por bases (V), mesmo que tenha demonstrado elevação ano a ano, não apresentou diferença estatística, tendo seus valores, para o período de 2010 a 2014, variado de 35,4 a 46,4%, o que Sousa *et al.* (2007) classificam como "médio".

Na Figura 1 é apresentado o fertigrama da média das análises químicas, das nove lavouras analisadas, no período de 2010 a 2014.

Figura 1. Fertigrama da média dos resultados de análises químicas, do período de 2010 a 2014, de 9 lavouras da localidade de Feliz Lembrança, no munícipio de Alegre – ES



Valores em escala logarítmica. Fonte: Elaborado pelos autores.

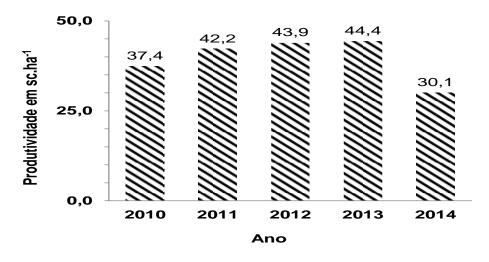
Analisando a Figura 1, observa-se que os teores de fósforo, potássio, cálcio, boro e zinco, além do pH, encontram-se abaixo dos níveis adequados à cafeicultura (LANI; PREZOTTI; BRAGANÇA, 2007), demonstrando haver limitações no seguimento das recomendações técnicas de corretivos e fertilizantes anualmente apresentadas aos cafeicultores. Em parte isso pode se dar em função da dificuldade em encontrar os

insumos no mercado fornecedor local. Por outro lado, também não se desprezam outras possibilidades de limitações, tais como as de ordem financeira ou climática. Os níveis de enxofre, incialmente altos (PREZOTTI e FULLIN,2007), assim se mantiveram por todo o tempo de investigação, retratando a escolha por fertilizantes nitrogenados e fosfatados com níveis altos desse nutriente. Nesse caso, é recomendado substituição de algumas matérias primas, tais como o superfosfato simples e o sulfato de amônio, muito comuns e costumeiramente encontrados nos fertilizantes formulados utilizados na região, até que os níveis desse elemento se posicionem adequadamente.

Da mesma forma, também foram encontrados níveis altos dos micronutrientes manganês, ferro e cobre. Os dois primeiros se devem à mineralogia dos solos da região, que possuem bons níveis desses elementos. Quanto ao cobre, os valores encontrados se devem, possivelmente, ao uso sistemático de fontes cúpricas como tratamento preventivo à ferrugem do cafeeiro.

Registra-se, ainda, que a produtividade das lavouras no período da pesquisa situou-se em torno de 40 sacas por hectare, assim distribuída (Figura 2):

Figura 2. Produtividade média de nove lavouras para o período de 2010 a 2014, não significativa pelo teste F a 5% de probabilidade e teste Tukey a 5% de significância, com FC 2,394, CV 29,30% e DMS 15,635



Fonte: Elaborado pelos autores.

A produtividade de café conilon, mesmo com os desequilíbrios nos teores dos nutrientes no solo demonstrados acima, estiveram acima da média do estado, 27,4 sc.ha⁻¹ (CONAB, 2015). É possível que melhorias na adoção das recomendações de insumos contribuiriam para melhores resultados na produção daquela comunidade.

5. CONCLUSÕES

Com base na avaliação de 9 lavouras da localidade de Feliz Lembrança no munícipio de Alegre-ES, pode-se afirmar que:

- Os solos, ao longo do período de 2010 a 2014, apresentaram fertilidade média, com saturação por bases variando de 35,4 a 46,4%.
- A adoção das recomendações de insumos não atingiu o equilíbrio dos elementos nutrientes conforme esperado.
- Os níveis de fósforo, potássio, cálcio, boro e zinco estão abaixo do recomendado para a cultura, o que impossibilita que o cafeeiro expresse seu melhor vigor.
- Houve excesso de enxofre, manganês e cobre nos solos estudados, o que pode estar interferindo na disponibilidade de outros nutrientes essenciais.

6. REFERÊNCIAS

ALVAREZ V., V. H. *et al.* Interpretação dos resultados das análises de solo. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVARES V., V.H. (Eds.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais** (5° Aproximação). Viçosa: CFSEMG, 1999. 359p.

BRAGANÇA, S. M.; LANI, J. A.; MUNER, L. H. Café Conilon: Adubação e Calagem. Vitória - ES: INCAPER, Circular Técnica N° 1, 2001. 31p.

CANTARUTTI, R. B.; BARROS, N. F.; MARTINEZ, H. E.; *et al.* Avaliação da fertilidade do solo e recomendação de fertilizante, In: NOVAIS, F. R.; ALVAREZ V., V.

- H.; BARROS, N. F. de; *et al.* Fertilidade do Solo (1ª ed.). Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017p.
- DAMATTA, F.M.; RONCHI, C.P.; MAESTRI, M.; BARROS, R.S. Ecophysiology of coffee growth and production. **Braz. Journal Plant Physiol.**, v. 19, p. 485-510, 2007.
- EFFGEN, T. A. M.; PASSOS, R. R.; DARDENGO, M. C. J. D.; Sandro Dan Tatagiba, S. D.; Reis, E. F.; Relações entre atributos químicos do solo e produtividade do cafeeiro conilon. **Anais...** VI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação, São José dos Campos-SP. VI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação, p.2960-2963, 2006.
- FAGERIA, N.K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.2, p.6-16, 1998.
- FERRÃO, R. G.; FONSECA, A. F. A. da.; FERRÃO, M. A. G. *et al.* Café Conilon: Técnicas de produção com variedades melhoradas, 4ªed. Vitória-ES, Incaper: Circular Técnica 03-I, 2012.
- FONSECA, A. F.; FERRÃO, R. G.; FERRÃO, M. A.; *et al.* Renova Sul Conilon: Programa de Renovação e Revigoramento do café conilon na região sul do estado do Espírito Santo. Vitória ES: INCAPER, Documentos nº 210, 2012.
- IBGE (2013). Produção de café no Brasil, Disponível em: . Acesso em 16 de ago. de 2015.
- LANI, J.A; PREZOTTI, L.C; BRAGANÇA, S.M. Cafeeiro. In: PREZOTTI, L.C; GOMES, J.A; DADALTO, G.G; *et al.* **Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo** 5ª aproximação. Vitória, ES. SEEA/INCAPER/CEDAGRO. 2007.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, E. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba-SP, Potafos, 1997. In: PREZOTTI L. C; GOMES. J. A.; DADALTO. G. G; OLIVEIRA. J. A. de. Manual de recomendação de calagem e adubação para o estado do Espírito Santo 5ª aproximação. Vitória, ES. SEEA/INCAPER/CEDAGRO. 2007.
- NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Universidade Federa de Viçosa, Viçosa, MG. 1999. 399p.
- PIMENTEL-GOMES, F. Curso de estatística experimental. 15ª ed., FEALQ, Piracicaba SP, 2009.

PREZOTTI L. C; GOMES. J. A.; DADALTO. G. G; OLIVEIRA. J. A. de. Manual de recomendação de calagem e adubação para o estado do Espírito Santo - 5ª aproximação. Vitória, ES. SEEA/INCAPER/CEDAGRO. 2007.

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SOUSA, D. M. G. de.; MIRANDA, L. N. de.; OLIVEIRA, S. A. de. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de. *et al.* Fertilidade do solo, SBCS, Viçosa-MG, p.205-274, 2007.

CAPÍTULO 6

RENDIMENTO E REDUÇÃO DO VOLUME DOS FRUTOS DO CAFÉ CONILON 'ROBUSTA TROPICAL' PROCESSADO POR VIA SECA, SUBMETIDO À SECAGEM EM TERREIRO CONVENCIONAL

Jean Karlos Barros Galote Arlindo Junior de Morais Neto Maria Christina Junger Delôgo Dardengo

1. INTRODUÇÃO

O estado do Espírito Santo é o segundo maior produtor de café do país, sendo superado apenas pelo estado de Minas Gerais. Ademais, é o maior produtor de café conilon, com 10,7 milhões de sacas, o que representa cerca de 65,55% da produção nacional (CONAB, 2020).

No estado do Espírito Santo, em virtude do método adotado na colheita dos frutos (derriça manual sobre peneira), o café conilon colhido é constituído de uma mistura de frutos em diferentes estádios de maturação (verdes, maduros, passas e secos), sendo que o preparo é executado predominantemente por via seca, isto é, secagem integral dos frutos, dando origem aos cafés em coco, de terreiro ou natural.

A secagem é um processo físico, que envolve a transferência simultânea de calor e de umidade entre o café e o ar de secagem, constituindo-se numa operação decisiva para a sua qualidade final. Inicialmente, o café apresenta elevado teor de água, geralmente próximo de 60%, além de elevados teores de açúcares presentes na mucilagem dos frutos em estádio cereja.

O conhecimento do rendimento dos grãos e qualidade dos frutos do cafeeiro conilon constitui um fator fundamental para a dinamização da colheita, bem como, a previsão da produtividade esperada, e, consequentemente, os ganhos decorrentes da comercialização do produto. Entretanto, existe carência de informações, principalmente quando se trata do manejo pós-colheita por via seca, sem separação dos frutos e secagem total em terreiro convencional pavimentado, que corresponde à realidade dos cafeicultores de café conilon da região sul do estado do Espírito Santo.

Neste contexto, objetivou-se avaliar os índices de rendimento e qualidade do cafeeiro conilon, variedade Robusta Tropical (EMCAPER 8151), assim como, estudar a redução do volume dos frutos submetidos à secagem total em terreiro convencional pavimentado.

2. METODOLOGIA

2.1 AMBIENTE EXPERIMENTAL E PROCEDIMENTOS INICIAIS

O experimento foi desenvolvido entre os dias 28 de maio a 06 de junho de 2012, no setor de Cafeicultura do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (Ifes) - Campus de Alegre, localizado na latitude de 20° 25' 51,61" S e longitude de 41° 27' 24,51" W, Datum SIRGAS 2000, e altitude de 136 m. A precipitação média anual é de 1.250 mm, em clima classificado por Köpenn como sendo do tipo Aw, com temperatura média anual de 26°C.

Para as análises, foi ecolhida uma lavoura não irrigada de *Coffea canephora*, variedade Robusta Tropical (EMCAPER 8151), plantada em 2007 em espaçamento de 3,0 x 1,10 m. Os frutos utilizados referiram-se à 4° colheita, e foram colhidos no dia 28 de maio de 2012, de forma não seletiva, por derriça manual em peneira, apresentando teores de água iniciais de 59%. No dia da colheita, os frutos foram colocados para secar em terreiro pavimentado.

Foram utilizados 240 L de café da roça (frutos em diferentes estádios de maturação), distribuídos em seis quadros de 1m², adotando-se a espessura inicial de 4 cm (40 L/m²), sendo três destinados a medição do volume e três para determinação de umidade. Os frutos foram revolvidos de hora em hora, sendo que a secagem prosseguiu até que o café atingisse o teor de água de 11,8%.

2.2 ESTÁDIO DE MATURAÇÃO

O estádio de maturação dos frutos foi obtido conforme metodologia proposta por Ronchi e Da Mata (2007)**Erro! Indicador não definido.** Para tanto, foram utilizados 100 g de frutos de café da roça, obtidos a partir de 1 L de amostra, separando-os em cereja, passa, verde-cana e verde, por meio de escala visual de cores. Nessa avaliação, considerou-se cereja os frutos vermelhos claros e vermelhos escuros, verde cana os frutos verdoengos e seco/passas, os frutos castanhos escuros. A contagem representativa de cada escala foi avaliada. Logo após, os frutos foram pesados e os valores convertidos em porcentagem.

2.3 SECAGEM

A avaliação da secagem iniciou-se no dia 28 de maio de 2012, todos os dias às 15 h. Do primeiro ao sexto dia (meia seca), a umidade foi determinada em estufa, conforme estabelecido pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), adotando-se três repetições. A porcentagem da quebra em peso dos grãos foi obtida pela equação 1, conforme o que estabelece a International Organization for Standardization - ISO 6673 (ISO, 1983). A massa final (M_f) foi determinada conforme a equação 2.

$$PQ = \left[\frac{\left(U_i - U_f\right)}{\left(100 - U_f\right)}\right] x 100 \tag{Eq. 1}$$

$$M_f = M_i - \left[M_i \times \left(\frac{PQ}{100} \right) \right] \tag{Eq. 2}$$

Onde PQ é a porcentagem de quebra (%); U_i : o teor de umidade inicial (% bu); U_f : o teor de umidade final (% bu); M_i : a massa inicial (kg) e M_f : massa final (kg).

Em cada quadro destinado à medição de peso e volume, os grãos foram pesados em balança digital e os volumes medidos em proveta. Em seguida, eram novamente dispostos em seus respectivos quadros para continuarem em secagem. Todos os dias, o café era coberto por lona plástica a partir das 16h e descobertos às 9h.

A partir da meia seca, a umidade dos grãos foi determinada utilizando-se um medidor de umidade de grãos GEHAGA G 600, versão 7.3.

Além da determinação diária da umidade dos frutos, foram monitoradas também as condições climáticas tais como: temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento, precipitação pluviométrica. As determinações de temperatura e velocidade do vento foram realizadas às 9 h, 12 h e 15 h. A temperatura máxima e mínima diária foi medida em um termômetro digital da marca Calarm, modelo E 7427, enquanto a velocidade do vento foi medida com auxílio de um anemômetro digital da marca Instrutherm, modelo AD 250.

A precipitação pluviométrica diária foi medida às 9 h, por meio de um pluviômetro instalado na área experimental. Os valores de umidade relativa do ar foram tomados da Estação Meteorológica Automática – Alegre A617 (INMET), localizada a 3,7 km da área experimental.

2.4 RENDIMENTO

O rendimento foi estabelecido pela relação entre kg de café da roça (CR) por kg de café beneficiado (CB); litros de CR por kg de CB; kg de café em coco (CC) por kg de CB (rendimento pila), e quebra (N° de balaios de 80 L sc⁻¹ de 60kg de CB).

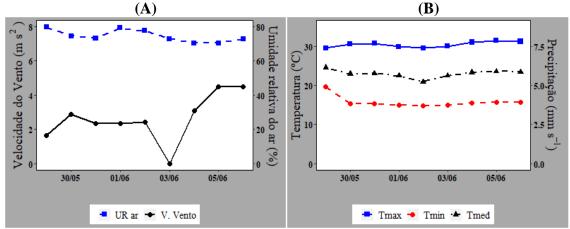
2.5 CLASSIFICAÇÃO DO CAFÉ

A classificação quanto à relação defeito/tipo foi realizada pela Cooperativa dos Cafeicultores do Sul do Estado do Espírito Santo (CAFESUL), por avaliador credenciado pelo Centro de Comércio de Café de Vitória (CCCV), em conjunto com o Centro de Desenvolvimento Tecnológico de Café (CETCAF), utilizando a metodologia preconizada pela Instrução Normativa Nº 8. A porcentagem de "cata" ou catação foi dada pela relação de peso total de defeitos que este representa na amostra avaliada.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 são observados os valores observados da umidade relativa do ar, a velocidade do vento, as temperaturas máxima, mínima e média e a precipitação (que neste caso foi nula) no período de 29 de maio a 6 de junho de 2012.

Figura 1. Umidade relativa do ar e velocidade do vento (A) e temperaturas máxima, média e mínima do ar e precipitação (B) no período de secagem dos frutos do cafeeiro conilon variedade Robusta Tropical



Fonte: Elaborado pelos autores.

As temperaturas médias no período variaram entre 25,3 °C a 27,5 °C. Associando-se esse comportamento da temperatura à ausência de chuvas no período, houve favorecimento à secagem dos frutos.

Na Tabela 1, são relacionadas as respostas para redução de volume durante o processo de secagem do café, com base nas condições climáticas. Já os valores para quebra em peso dos grãos do cafeeiro conilon, durante o processo de secagem, são observados na Figura 2, correspondentes aos períodos denominados de "meia seca" (Figura 2A) e "após a meia seca" (Figura 2B).

Tabela 1. Tempo de secagem, redução do volume e de umidade, condições climáticas e espessura da camada dos frutos do cafeeiro conilon variedade Robusta Tropical, processado por via seca, em secagem total em terreiro convencional pavimentado

		Condições climáticas			Redução Volume			T	
Tipo de secagem	Tipo de café	Temp	UR	Vv	Tempo	Teor de água (Ubu) Inicial Final		(0/)	Espessura
8		°C	(%)	(m/s)	(dias)			(%)	(m)
Pré-Secagem	Natural	22,4	73,9	2,8	6	59,0	29,6	30,0	0,04 a 0,08
Após meia seca	Natural	23,5	71,1	4,0	3	29,6	11,8	10,3	0,05 a 0,08

^{*}Temp: temperatura média; UR= umidade relativa do ar; Vv= velocidade do vento; Ubu= umidade em base úmida

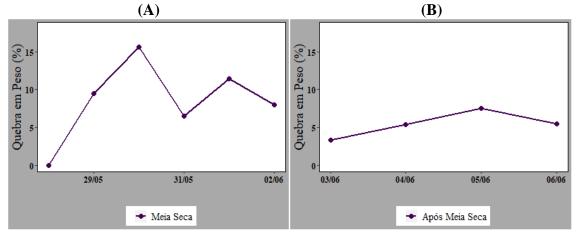
Fonte: Elaborado pelos autores.

Com base na Tabela 1, é possível verificar que houve uma redução de 30% no volume de café da roça até a meia seca, quando os frutos do cafeeiro conilon apresentaram umidade inicial de 59% e, após seis dias de secagem, a umidade foi reduzida para 29,6% (Ubu), com espessura de secagem entre 0,04 a 0,08 m. Após a meia seca, a redução do volume de café no terreiro foi de 10,3%, com umidade final de 11,8% (Ubu), em três dias de secagem, em espessura da camada entre 0,05 a 0,08 m.

Assim, no dimensionamento de tulhas destinadas ao armazenamento do café em coco, a redução do volume foi de 40,3% em relação ao café da roça, ou seja, para cada 100 balaios de café da roça ocorre uma quebra de 40,3 balaios, o que corresponde a aproximadamente 60 balaios de café em coco (seco).

Observou-se que os mais elevados valores de quebra em peso do grão ocorreram nos três primeiros dias de secagem (25,2 %), totalizando-se 51% ao final da meia seca, em 6 dias (Figura 2A). Após a meia seca (Figura 2B), a redução de quebra em peso do grão foi de 21,7%, em 3 dias.

Figura 2. Quebra em peso dos grãos do cafeeiro conilon variedade Robusta Tropical no período de "meia seca" e "após a meia seca"



Fonte: Elaborado pelos autores.

De acordo com Teixeira *et al.* (2008)**Erro! Indicador não definido.**, para o correto dimensionamento da área do terreiro e estruturas de secagem, deve-se considerar os diversos tipos de café, a espessura de secagem e, especialmente, a redução média no volume em decorrência da contração volumétrica dos frutos que ocorre ao longo do processo de secagem.

Na Figura 3 são apresentados os percentuais de frutos do cafeeiro conilon, em diferentes estádios de maturação, em que se observa uma elevada concentração de frutos seco/passas (22%), o que fatalmente irá influenciar na qualidade do café. Assim, os frutos que secam no pé após o seu completo amadurecimento, resultam numa maior incidência de grãos ardidos e pretos, considerados, junto com os verdes, os piores defeitos dos grãos de café, por interferir de forma negativa no tipo e bebida (SILVA, 1999).

Verificou-se ainda que os percentuais de frutos verdes atingiram 16% e, de verde-cana, 19%, totalizando 35%, de frutos que não atingiram o ponto de maturação desejada. Frutos imaturos e verdes conferem bebida adstringente ao café. O percentual de frutos maduros (44% de cerejas) foi inferior ao recomendado por Ferrão *et al.* (2012)**Erro! Indicador não definido.**, que é superior a 80%.

Figura 3. Valores médios dos frutos do cafeeiro conilon, variedade Robusta Tropical, nos distintos estádios de maturação

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os valores para rendimento, quebra, catação, número de defeitos e classificação quanto ao tipo de café estão presentes na Tabela 2.

Em geral, sabe-se que para café conilon a proporção entre café cereja e café beneficiado, em peso, é de 3,3 a 5,2:1, dependendo do material genético, e aumenta à medida que se colhe frutos verdes (FERRÃO *et al.*, 2007**Erro! Indicador não definido.**). Na Tabela 2, observa-se que o índice médio para a relação entre café da roça/café beneficiado (4,62 kg CR: 1 kg CB) está no intervalo estabelecido para a espécie.

Tabela 2. Rendimento, rendimento de pila, quebra, catação, número de defeitos e classificação por tipo do cafeeiro conilon, variedade Robusta Tropical

Índices	Relações	Valores
Rendimento	kgCR : kgCB	4,62 :1
Religiliento	LCR : KgCB	6,83 : 1
Rendimento de Pila	kgCC: kgCB	1,95 : 1
Quebra	NB 80 L: sc-1	5,12:1
Queora	NB 60 L: sc-1	6,83 :1
Catação	%	16,9
N° de defeitos	-	87
Tipo	-	6

^{*}kgCR: kgCB = quilo de café da roça/quilo de café beneficiado; LCR; KgCB = litros de café da roça/quilo de café beneficiado; kgCC; kgCB = quilo de café em coco/quilo de café beneficiado; NB 80 L sc-¹= nº de balaios de 80 litros/sc; NB 60 L sc-¹= nº de balaios de 60 litros/sc.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Com relação ao rendimento de pila, há necessidade de 1,95 Kg de café em coco (seco) para cada kg de café beneficiado (kg CC: 1 kg CB), e 5,12 balaios de 80 L por saca de 60 kg de café beneficiado (NB 80L: sc-¹ de 60kg CB), demonstrados na Tabela 2. Resultados semelhantes foram obtidos por Dardengo (2012) cujos valores médios de índices de qualidade da variedade Robusta Tropical foram de 4,5 kg CR: 1 kg CB; 1,9 kg CC: 1 kg CB e 5,6 balaios de 80 L sc-¹. Por sua vez, a totalização de 87 pontos para o número total de defeitos, refere-se à maior equivalência de grãos ardidos (53), o que reflete o elevado percentual de frutos secos/passas no lote de cafés colhidos, sendo classificado como tipo 6.

4. CONCLUSÕES

- O estádio de maturação dos frutos influencia no rendimento e qualidade do café conilon, variedade Robusta Tropical.
- Houve uma redução no volume de café colhido de 30% até a meia seca e de 10,3% após a meia seca.

- Houve uma redução da umidade inicial de 59% para 11,8% e quebra de 40,3% para o café em coco.
- Os índices de rendimento foram de 4,62 kg de café da roça/beneficiado; 1,95 kg de café em coco/beneficiado e 5,12 balaios de 80 L sc-¹.
- O café obteve a classificação como tipo 6 com 87 defeitos, e 16,9% de cata.

5.REFERÊNCIAS

ABIC (2003). **Nível mínimo de qualidade – NMQ**. jun. 2003. Disponível em: http://www.abic.com.br>. Acesso em jun. de 2013.

BRASIL (2009). Determinação do grau de umidade – por métodos de estufa. In: **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD/DNDV/CLAV, 2009, cap.7, p.307-323, 2009.

CONAB (2020). Acompanhamento da safra brasileira de café - SAFRA 2020, Primeiro Levantamento, 1(6)1-62, ISSN: 2318-7913, Brasília, Disponível em:https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/30380_d1e1f36c2356b81e8a385cd24f 05993b.

DARDENGO, M. C. J. D. Crescimento, produtividade e consumo de água do cafeeiro conilon irrigado e de sequeiro. **Tese (Doutorado em Produção Vegetal)** – Campos dos Goytacazes- RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense "Darcy Ribeiro" – UENF, 2012. 97p.

FERRÃO, R. G., FONSECA, A. F. A. DA, BRAGANÇA, S. M., FERRÃO, M. A. G., DE MUNER, L. H. **Café Conilon**. Vitória: INCAPER, 2007. 702 p.

FERRÃO, R. G., FONSECA, A. F. A. da, VERDIN FILHO, A. C., VOLPI, P. C., SOUZA, E. M. R. Melhoramento do café conilon no Espírito Santo. In: ZAMBOLIM, L. (ed.) **Tecnologias para produção do café Conilon**. Viçosa: UFV. Cap.6., p.153-173. 2009.

FERRÃO, R. G., FONSECA, A. F. A. de., FERRÃO, M. A. G., VERDIN FILHO, A. C., VOLPI, P. S., DE MUNER, L. H., LANI, J. A., PREZOTTI, L. C., VENTURA, J. A., MARTINS, D. dos. S., MAURI, A. L., MARQUES, E. M. G., ZUCATELLI., Café Conilon: técnicas de produção com variedades melhoradas. 4. ed. Vitória ES: INCAPER, 2012. 74p. (INCAPER. Circular Técnica 03-I)

ISO INTERNATIONAL STANDARD. Green coffee: determination of loss in mass at 105°C: ISO 6673. Washington, 1983.

MATIELLO, J.B. **Café conilon:** Como plantar, tratar, colher, preparar e vender. Rio de Janeiro, RJ. 1998. 162p.

OLIVEIRA, M. E., FONSECA, R. G., RODARTE, M. P., BARBOSA, B. H. G. Integridade dos grãos de café arábica avaliada por meio de fotometria. In: **Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras**, 37, Poços de Caldas, MG. p. 198-199. 2011.

RONCHI, C. P., DAMATTA, F. M. Aspectos fisiológicos do café conilon. In: FERRÃO, R. G., FONSECA, A. F. A. DA, BRAGANÇA, S. M., FERRÃO, M. A. G., DE MUNER, L. H. (eds.). **Café conilon**. Vitória, ES: INCAPER, 2007. p. 93-118.

SEAG (2015). **Caracterização, cenário, estratégias e ações**. Vitória, ES. Disponível em: http://www.seag.es.gov.br/setores/cafe>. Acesso em dez. de 2015.

SILVA, J. de S. **Colheita Secagem e Armazenamento do café**. In: ZAMBOLIM, L. (ed.) I Encontro sobre produção de café de qualidade: Livro de Palestras. Viçosa, MG: Departamento de Fitopatologia. p. 39-95. 1999.

TEIXEIRA, V. H.; BORÉM, F. M.; GOMES, F. C. In: BORÉM, FLÁVIO MEIRA (Ed.). **Pós-Colheita do Café**. Lavras, MG: UFLA, cap. 12, p.435-472, 2008.

CAPÍTULO 7

DIVERSIDADE GENÉTICA E ANÁLISE MORFOAGRONÔMICA DOS ACESSOS DE CAFÉ DO BANCO DE GERMOPLASMA DA HERINGER

Íris Petronilia Dutra
Alexandre Cristiano Santos
Fernanda Vargas Valadares
José Dias de Souza Neto
Raissa Olmo Lacerda Pirovani
Rafael Nunes de Almeida
Laricia Olaria Emerick Silva
Larissa de Carvalho Nascimento
Leonardo Vidal Faria
Maxuel Finoti da Costa
Monique Moreira Moulin

1. INTRODUÇÃO

Os Bancos Ativos de Germoplasma (BAGs) são um reservatório de variabilidade, pois possibilitam a preservação e conservação de genótipos e servem de fonte de busca de genes desejáveis a serem inseridos em programas de melhoramento genético (COSTA *et al.*, 2006; Costa *et al.* 2011).

A caracterização dos BAGs disponibiliza ao melhorista características de interesse e é considerado o método mais acessível para descrição de um acesso. Mundialmente, a cafeicultura tem sido extremamente favorecida pelo sucesso dos programas de melhoramento genético, pois dispõem ao agricultor cultivares de alta capacidade produtiva (MORILLO *et al.*, 2015).

A caracterização morfoagronômica de cultivares de café é de extrema importância para disponibilizar o potencial da variedade a ser explorado pelo melhoramento de plantas e

também para o reconhecimento de acessos peculiares dentro de um banco de germoplasma (MACHADO, 2014). Além disso, essa caracterização pode instruir na definição de genitores e no planejamento dos cruzamentos de forma antecipada, devido alguns descritores morfológicos externos diferenciarem determinados materiais devido à variabilidade morfológica existente entre eles (PEREIRA, 2000).

Atividades de caracterização e avaliação do germoplasma devem ser prioridades entre as estratégias de abordagem e manejo dos recursos genéticos no Brasil (NEITZKE *et al.*, 2010). Neste contexto, objetivou-se caracterizar morfoagronomicamente os acessos do banco de germoplasma da Fazenda Heringer, e estimar a divergência genética entre eles.

2. METODOLOGIA

2.1 MATERIAL VEGETAL

A pesquisa foi realizada no banco de germoplasma do Centro de Pesquisas Cafeeira "Eloy Carlos Heringer" (CEPEC). A coleção é mantida nas condições de campo há 22 anos, sendo realizados todos os tratos culturais exigidos para a manutenção deste.

O CEPEC está localizado na cidade de Martins Soares, estado de Minas Gerais entre as coordenadas geográficas de Latitude 20° 14' 45 S, Longitude 41° 50' 47 S, a uma altitude de 763 m, possui Latossolo Vermelho Amarelo Húmico Distrófico.

Na Tabela 1, são apresentadas as espécies e cultivares de cafés avaliadas do banco germoplasma do CEPEC.

Tabela 1. Espécies e cultivares de cafés avaliadas (*Coffea arabica* e *Coffea canephora*) no banco germoplasma do CEPEC

Espécie	Cultivar
C. arabica	Sumatra
C. arabica	Ibairi Mokka
C. arabica	Amarelo de Botucatu
C. arabica	Nanica Guatemala
C. arabica	Purpurascens
C. arabica	Bourbon Amarelo
C. arabica	Caturra Vermelho
C. arabica	Rubi
C. arabica	Bourbon Vermelho
C. arabica	São Bernardo
C. canephora	Robust S274 Badnekhan
C. arabica	Nacional (Typica)
C. arabica	San Ramon
C. arabica	Catuaí Vermelho 785CV15
C. arabica	Vila Sarchi
C. arabica	Vila
C. arabica	Catuaí Vermelho IAC H2 077
C. arabica	Laurina

Fonte: Elaborado pelos autores.

2.2 CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA

Os acessos foram caracterizados por descritores morfoagronômicos essenciais específicos para o gênero *Coffea*, altamente discriminantes, que estão disponíveis em *International Plant Genetic Resources Institute* (IPGRI, *Descriptors for Coffee*, 1996).

Para a caracterização morfoagronômica os acessos de café foram identificados e coletados no mês de junho de 2016, e foram avaliadas seis repetições de cada cultivar. Foram utilizados doze descritores, sendo cinco quantitativos (altura da planta, comprimento da folha, comprimento do pecíolo, diâmetro do caule e largura da folha) (Tabela 2), e sete qualitativos multicategóricos, são eles: cor da folha jovem, cor da gema jovem, cor do pecíolo, dominância da pilosidade, forma da folha, forma da folha de acordo com ápice e posição da inflorescência (Tabela 3).

Tabela 2. Descritores utilizados para caracterização morfoagronômica, sendo Altura da planta (AP), Comprimento da folha (CF), Comprimento do pecíolo (CP), Diâmetro do caule (DC), e Largura da folha (LF)

Descritor	Análise
AP	Mensurado com trena metálica a maior altura da planta, em m.
CF	Mensurado com régua o maior comprimento da folha, em cm.
CP	Mensurado com régua o maior comprimento do pecíolo, em cm.
DC	Mensurado com paquímetro o maior diâmetro do caule, em cm.
LF	Mensurado com régua a maior largura da folha, em cm.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 3. Descritores utilizados para caracterização morfoagronômica, sendo: Cor da folha jovem (CFJ), Cor da gema jovem (CGJ), Cor do pecíolo (COP), Dominância da pilosidade (DP), Forma da folha (FF), Forma da folha de acordo com ápice (FFA), Posição da inflorescência (PI)

Descritor	Análise
CFJ	Analisada de acordo com uma escala de notas: (1) verde-claro; (2) verde; (3) acastanhado; (4) castanho avermelhado; (5) bronze; (6) outros.
CGJ	Analisada de acordo com uma escala de notas: (1) verde; (2) marrom-escuro; (3) outros.
COP	Analisando de acordo com uma escala de notas: (1) verde; (2) marrom-escuro; (3) outros.
DP	Analisada de acordo com uma escala de notas: (1) dispersa; (2) intermediária; (3) densa.
FF	Analisada de acordo com uma escala de notas: (1) obovada; (2) ovalada; (3) elíptica; (4) lanceolada; (5) outras.
FFA	Analisada de acordo com uma escala de notas: (1) redonda; (2) obtusa; (3) aguda; (4) aculeada; (5) apiculada; (6) espatulada; (7) outras.
PI	Analisada de acordo cm uma escala de notas: (1) axial; (2) terminal.

Fonte: Elaborado pelos autores.

2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise de variância foi realizada para os caracteres morfológicos. Em seguida, realizou-se o teste de Scott e Knott para agrupamento dos acessos dentro de cada variável. Posteriormente, os acessos foram agrupados pelo método *Unweighted Pair Group Method using Arithmetic average* (UPGMA), utilizando-se a matriz de distância de Mahalanobis. O ponto de corte em cada estágio do agrupamento no dendrograma (UPGMA) foi estabelecido conforme o método de Mojema (1977).

Foi utilizado o valor k =1,25 como regra de parada na definição do número de grupos, conforme Milliga e Cooper (1985). A identificação da importância relativa dos caracteres morfoagronômicos foi feita com base no método de Singh (SINGH, 1981). Todas as análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa Genes (CRUZ, 2013).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância indicou a existência de diferenças significativas nas características morfológicas avaliadas dos dezoito acessos de café do banco ativo de germoplasma — BAG, da fazenda de Heringer (Tabela 4), o que evidencia a diversidade genética entre os acessos avaliados.

Na análise dos parâmetros genéticos, o coeficiente de variação ambiental (CVa%) foi elevado para as variáveis DC e CP, nas demais apresentou valores mais baixos. O coeficiente de variação genético (CVg%) apresentou valores tidos como médios a altos, sendo ideal para BAG, onde preconiza-se a variabilidade genética dos indivíduos maiores teores de CO foram observados nas amostras do terço superior do declive.

O índice IV é obtido pela relação CVg/ CVa, evidenciou elevados valores para variáveis AP, CF e LF, valor mediano de DC e valor baixo para CP (Tabela 4). Esse índice tende a demonstrar a parcela da influência genética para uma característica em relação à ação

ambiental. Segundo Vencovsky e Barriga (1992), quando seu valor é igual ou superior a unidade, indica que o efeito genético é maior que o ambiental para tal característica. Logo, é possível obter ganhos genéticos representativos no melhoramento deste fenótipo.

Tabela 4. Quadrados médios da análise de variância das variáveis - altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC), comprimento do pecíolo (CP), comprimento da folha (CF) e largura da folha (LF) de 18 acessos de café do BAG-Heringer.

FV	G.L	Quadrado médio						
ΓV	G.L	AP	DC	CP	CF	LF		
Blocos	5	0,0970	118,8544	0,0855	9,7959	2,2219		
Genótipos	17	2,5454 **	1850,1325 **	0,6439 **	26,1042 **	5,0692 **		
Resíduo	85	0,0849	174,4807	0,2119	0,7560	0,1709		
Média		2.68	73,73	0,97	11,24	4,50		
CV (%)		10.87	17,92	47,38	7,74	9,19		
		Estima	ntiva de Parâmetr	os Genéticos				
CVa%		10.82	17,85	47,62	7,75	9,17		
CVg%		23.88	22,67	27,62	18,29	20,09		
IV		2.20	1,27	0,58	2,36	2,19		
h^2		96.69	90,57	67,09	97,10	96,63		

^{**} e * significativos a 1 e 5% de probabilidade; respectivamente; pelo teste F ns não-significativo; pelo teste F

Fonte: Elaborado pelos autores.

A herdabilidade foi tida como de média para variável DC e elevada para as demais variáveis, ratificando como uso adequado das mesmas como descritores morfológicos na cultura do café (Tabela 4). Ressalta-se que altos valores de herdabilidade permitem o uso de estratégias de seleção mais simples e contribuem para maiores ganhos genéticos no melhoramento de plantas (BORÉM; MIRANDA, 2005). É importante salientar, que quanto maior for a estimativa da herdabilidade, maior será a probabilidade de se realizar uma seleção eficaz em um futuro desenvolvimento de cultivares.

Após a verificação da existência de diferenças significativas em cada variável (Tabela 4), realizou-se teste de agrupamento de médias Scott e Knott nas variáveis: altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC), comprimento do pecíolo (CP), comprimento da folha (CF) e largura da folha (LF) de 18 acessos de café do BAG-Heringer (Tabela 5).

Tabela 5. Teste de agrupamento de médias Scott e Knott nas variáveis: altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC), comprimento do pecíolo (CP), comprimento da folha (CF)

e largura da folha (LF) de 18 acessos de café do BAG-Heringer.

Acesso	AP	DC	CP	CF	LF
Sumatra	3,45 b	73,80 c	0,92 b	12,69 b	4,70 c
Ibairi Mokka	2,85 с	96,69 b	0,92 b	10,83 d	4,25 d
Amarelo de Botucatu	3,55 b	88,82 b	0,91 b	12,77 b	4,99 c
Nanica Guatemala	1,57 f	44,47 d	0,95 b	12,25 b	4,98 c
Purpurascens	2,87 c	94,87 b	0,94 b	6,80 e	2,81 e
Bourbon Amarelo	3,95 a	113,00 a	0,99 b	11,10 c	4,99 c
Caturra Vermelho	2,29 e	58,41 d	1,03 b	11,25 с	4,61 c
Rubi	2,35 e	63,31 d	0,99 b	12,36 b	4,78 c
Bourbon Vermelho	3,25 b	71,94 c	0,80 b	13,18 b	5,22 c
São Bernardo	2,35 e	84,37 b	0,85 b	11,61 c	3,89 d
Robust S274 Badnekhan	2,31 e	68,09 c	2,14 a	14,63 a	6,49 a
Nacional (Typica)	3,31 b	57,79 d	0,75 b	11,64 c	4,28 d
San Ramon	1,63 f	59,95 d	0,85 b	7,96 e	3,26 e
Catuaí Vermelho 785CV15	2,06 e	63,29 d	1,26 b	13,39 b	5,80 b
Vila Sarchi	2,63 d	75,99 c	0,82 b	10,77 d	4,15 d
Vila	2,26 e	68,82 c	0,89 b	10,03 d	3,97 d
Catuaí Vermelho IAC H2 077	2,88 c	88,46 b	0,92 b	11,58 c	4,64 c
Laurina	2,58 d	54,98 d	0,50 b	7,42 e	3,07 e

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (p ≤0,05).

Devido à elevada variabilidade genética presente, as variáveis apresentaram diferentes números de grupos e composições, a variável AP formou seis grupos, DC quatro grupos, CP dois grupos, CF e LF formaram cinco grupos cada. Outros autores ao trabalharem com caracterização da variabilidade de bancos de germoplasma de café também constatarem uma grande variabilidade genética (NÓBREGA *et al.*, 2007; ALEKCEVETCH *et al.*, 2013; GUEDES, 2013).

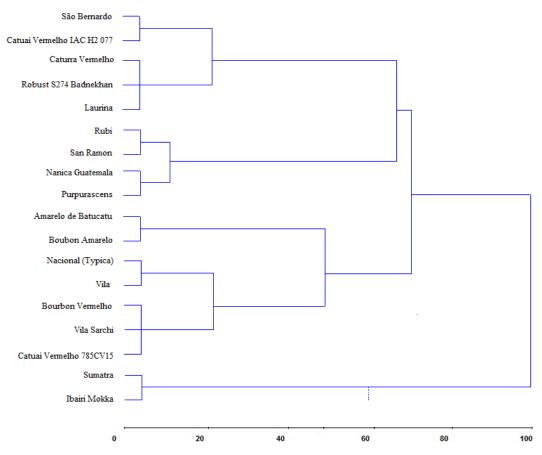
Tanto para variável altura de planta quanto diâmetro de caule, o acesso Bourbon Amarelo agrupou sozinho com os maiores valores médios, esse genótipo já foi vastamente utilizado no passado, e em alguns lugares ainda são cultivados. Entretanto, devido a uma série de fatores vem caindo em desuso, entre os fatores o elevado porte, pois dificultam a colheita juntamente com a susceptibilidade à ferrugem (FAZUOLI *et al.*, 2005).

Nas variáveis CP, CF e LF, o acesso Robust S274 Badnekhan se destacou reunindo-se exclusivamente no grupo de maior valor médio nas referidas variáveis, sendo este resultado previsto, uma vez que, as folhas de *C. canephora* são maiores que as de *C. arabica* (Tabela 4).

Para melhor visualização e identificação da variabilidade genética, foi gerado um dendrograma de dissimilaridade pelo método de UPGMA (Figura 1). O ponto de corte foi estimado conforme o índice de Mojema (1977), sendo estabelecido em 0,56; formando quatro grupos. Os acessos que apresentaram similaridade para as características em estudo apresentam-se agrupados, ou seja, acessos similares foram alocados no mesmo grupo, e entre os grupos formados ressalta-se a dissimilaridade entre os acessos.

O grupo I reuniu cinco acessos, sendo eles o São Bernardo, Catuaí Vermelho IAC H2 077, Caturra Vermelho, Robust S274 Badnekhan e Laurina. O grupo II reuniu quatro acessos, sendo eles o Rubi, San Ramon, Nanica Guatemala e Purpurascens. O grupo III reuniu seis acessos, sendo eles o Amarelo de Batucatu, Bourbon Amarelo, Nacional (Typica), Vila, Bourbon Vermelho, Vila Sarchi e Catuaí Vermelho 785CV15. E o grupo IV os acessos Sumatra e Ibairi Mokka.

Figura 1. Dissimilaridade genética entre 18 acessos de café do BAG da Fazenda Heringer. Dendrograma obtido por UPGMA com base em cinco características quantitativas utilizando a distância de Mahalanobis (correlação cofenética: 0,63).



Fonte: Elaborado pelos autores.

A estimativa da contribuição relativa de cada caráter na expressão da divergência genética, baseada no método de Singh (1981), indicou que o comprimento da folha (35,81%), seguida pela altura da planta (33,54%) foram os caracteres que mais contribuíram para a divergência total entre os 18 acessos de café (Tabela 6). Em discordância, Oliveira *et al.* (2007), observaram uma baixa influência da área foliar, sendo que a altura e diâmetro da planta foram as características que mais contribuíram para a variabilidade. Isto pode ter ocorrido devido ao grande número de caracteres voltados para a folha no presente estudo.

Tabela 6 - Contribuição relativa dos caracteres para divergência, segundo Singh (1981), cálculo feito com médias não padronizadas.

Variável	S.J	Valor (%)
AP	1506,82	33,54
DC	511,54	11,38
CP	29,85	0,66
CF	1608,62	35,81
LF	834,79	18,58

Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Na análise qualitativa das cultivares, foi constatada uma baixa diversidade genética e alta uniformidade das cultivares (Quadro 1). Em seus estudos Silva *et al.* (2013), também observaram que os caracteres qualitativos não foram eficientes na diferenciação das cultivares de café. Normalmente os descritores qualitativos são poucos discriminantes e sofrem influência do ambiente, o que destaca a importância de se utilizar descritores quantitativos, de maneira a complementar as informações (PRECZENHAK, 2013).

De acordo com os descritores analisados, cor da folha jovem, cor da gema jovem e cor do pecíolo, não foram observadas variabilidade fenotípica, sendo a cor verde predominante. Nos estudos de Aguiar *et al.* (2004), foram observadas diferenças na cor da folha jovem, eles encontraram folhas com coloração verde e bronze, e para os outros caracteres analisados observaram apenas a coloração verde, em conformidade com os dados resultantes neste trabalho.

Para o descritor dominância da pilosidade foi observada apenas o tipo disperso. Em relação à forma da folha foi constatado apenas o tipo lanceolado e para a forma da folha de acordo com ápice foi observada apenas do tipo aculeada e a posição da inflorescência axial. Para este último descritor, Maller *et al.* (2011), também observaram para as cultivares estudadas apenas a posição axial. Segundo Guedes (2013) os resultados obtidos em relação à uniformidade dessas variáveis qualitativas são devido a base genética do café ser estreita.

Quadro 1. Características morfoagronômicas qualitativas avaliadas

Espécie	Cultivar	CFJ	CGJ	COP	DP	FF	FFA	PI
C. arabica	Sumatra	verde	verde	verde	dispersa	lanceolada	aculeada	axial
C. arabica	Ibairi Mokka	verde	verde	verde	dispersa	lanceolada	aculeada	axial
C. arabica	Amarelo de Botucatu	verde	verde	verde	dispersa	lanceolada	aculeada	axial
C. arabica	Nanica Guatemala	verde	verde	verde	dispersa	lanceolada	aculeada	axial
C. arabica	Purpurascens	verde	verde	verde	dispersa	lanceolada	aculeada	axial
C. arabica	Bourbon Amarelo	verde	verde	verde	dispersa	lanceolada	aculeada	axial
C. arabica	Caturra Vermelho	verde	verde	verde	dispersa	lanceolada	aculeada	axial
C. arabica	Rubi	verde	verde	verde	dispersa	lanceolada	aculeada	axial
C. arabica	Bourbon Vermelho	verde	verde	verde	dispersa	lanceolada	aculeada	axial
C. arabica	São Bernardo	verde	verde	verde	dispersa	lanceolada	aculeada	axial
C. canephora	Robust S274 Badnekhan	verde	verde	verde	dispersa	lanceolada	aculeada	axial
C. arabica	Nacional (Typica)	verde	verde	verde	dispersa	lanceolada	aculeada	axial
C. arabica	San Ramon	verde	verde	verde	dispersa	lanceolada	aculeada	axial
C. arabica	Catuaí Vermelho 785CV15	verde	verde	verde	dispersa	lanceolada	aculeada	axial
C. arabica	Vila Sarchi	verde	verde	verde	dispersa	lanceolada	aculeada	axial
C. arabica	Vila	verde	verde	verde	dispersa	lanceolada	aculeada	axial
C. arabica	Catuaí Vermelho IAC H2 077	verde	verde	verde	dispersa	lanceolada	aculeada	axial
C. arabica	Laurina	verde	verde	verde	dispersa	lanceolada	aculeada	axial

Fonte: Elaborado pelos autores.

4. CONCLUSÕES

As análises evidenciaram a presença de variabilidade genética no banco ativo de germoplasma da fazenda da Heringer.

O uso dos caracteres quantitativos (altura de planta, diâmetro de caule, comprimento de folha e largura de folha) apresentaram elevada herdabilidade, sendo que a característica que mais contribuiu para a divergência genética foi o comprimento da folha (35,81%).

Os caracteres qualitativos multicategóricos não permitiram uma distinção pertinente dos

acessos, sendo observada grande uniformidade para os descritores aplicados, o que evidencia a necessidade de outros tipos de caracterização para potencializar os resultados.

5. REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. T. E. **Descritores para a caracterização de cultivares e linhagens de café tipo arábica.** Dissertação (mestrado) Instituto Agronômico de Campinas, São Paulo, 2001. 98p.

AGUIAR, A.T.E.; GUERREIRO-FILHO, O.; MALUF, M.P.; GALLO, P.B.; FAZUOLI, L.C. Caracterização de cultivares de *Coffea arabica* mediante utilização de descritores mínimos. **Bragantia**, Campinas, v.63, n.2, p.179192, 2004.

ALEKCEVETCH, J. C.; CARNEIRO,F. A.; RÊGO, E. C. S.; GUERRA, A. F.; BARTHOLO,G. F.; FERRÃO,M. A. G; FONSECA,A. F. A.; MARRACCINI, P.; ANDRADE, A. C. Estudo da diversidade genética de uma população de Coffea Canephora Var. Conilon por meio de marcadores moleculares do tipo SSR 1. Anais...VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Salvador-BA, 2013.

BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. **Melhoramento de plantas**. 4ª ed. Viçosa, UFV. 2005. 525p.

COSTA, M.N.; PEREIRA, W.E.; BRUNO, R.L.A.; FREIRE, E.C.; NÓBREGA, M.B.M.; MILANI, M.; OLIVEIRA, A.P. Divergência genética entre acessos e cultivares de mamoneira por meio de estatística multivariada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.1617-1622, 2006. DOI: 10.1590/S0100204X2006001100007.

COSTA, T.S.; SILVA, A.V.C., LEDO, A.S.; SANTOS, A.R.V.; SILVA JUNIOR, J.F. Diversidade genética de acessos do banco de germoplasma de mangaba em Sergipe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, p.499-508, 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/pab/v46n5/07.pdf>.

CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. v.35, n.3, p.271-276, 2013.

FAZUOLI, L.C. *et al.* Avaliação das cultivares de Mundo Novo, Bourbon Amarelo e Bourbon Vermelho de *Coffea arabica* L. em Campinas, SP. **Bragantia**, v.64, p.533-546, 2005. DOI: 10.1590/S0006-87052005000400003.

FERRÃO, R.G. **Biometria aplicada ao melhoramento genético do café 'Conilon'**. 2004. 256p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

- GUEDES, J.M. Caracterização de acessos de Bourbon e identificação de coleção nuclear do banco de germoplasma de café de Minas Gerais. Dissertação (doutorado), Universidade Federal de Lavras, Programa de Pós Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal. Lavras- MG, 2013.
- GUEDES, J.M. Caracterização de acessos de Bourbon e identificação de coleção nuclear do banco de germoplasma de café de Minas Gerais. Dissertação (doutorado), Universidade Federal de Lavras, Programa de Pós Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal. Lavras-MG, 2013.
- IPGRI International Plant Genetic Resource Institute. Descriptors for coffee (*Coffea* spp. and Psilanthus spp.). Roma, 1996.
- LAGO, R. C. A. **Lipídios em grãos de café.** Boletim do CEPPA, v. 19,n. 2, p 319-340, 2001.
- MACHADO, J. L. **Divergência genética e caracterização da anatomia foliar de acessos no banco de germoplasma de café de Minas Gerais**. 2014. 102 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.
- MALLER, A.; REZENDE, R.; BRANDÃO, D.; TAVORE, R.V. Variação do diâmetro de caule de duas cultivares de cafeeiro sob fertirrigação e regimes hídricos. **Anais...**VII Encontro internacional de Produção Científica, 2011.
- MAPA- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/cafe/saiba-mais. Acesso em: 20/07/2016.
- MILLIGAN GW; COOPER MC. An examination of procedures for determining the number of clusters in a data set. **Psychometrika**, n.50, p.159-179. 1985. MOJENA R. Hierarchical grouping methods and stopping rules: an evaluation. **The Computer Journal**, n.20, p.359-363.1977.
- MOJENA R. Hierarchical grouping methods and stopping rules: an evaluation. **The Computer Journal**, n.20, p.359-363. 1977.
- MORILLO, S. R. C.; SILVA, G. S. D. Antagonistic effect of jack bean *on Meloidogyne enterolobium* tomato plants. **Summa Phytopathologica**, v. 41, n.4, p. 305-310, 2015.
- NEITZKE, R. S.; BARBIERI, R. L.; RODRIGUES, W. F.; CORRÊA, I. V.; CARVALHO, F. I. F. Dissimilaridade genética entre acessos de pimenta com potencial ornamental. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 4, p. 47-53, 2010.
- NÓBREGA, M.B. M.; ANDRADE, F.P.; SANTOS, J.W. dos; MILANI, M.; LEITE, E.J. Germoplasma. In: AZEVEDO, D.M.P.; BELTRÃO, N.E.M. **O** Agronegócio da

mamona no Brasil. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p.195-222, 2007.

OLIVEIRA, A. C. B. *et al.* Estudo da divergência genética em café robusta por técnicas multivariadas. 2007. Disponível em: http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/2512. Acesso em 26 de nov. de 2016.

PEREIRA, A. B. **Enraizamento de estacas de** *Coffea arabica* **L.** 2000. 75p. Tese (Doutorado em Agronomia, Área de concentração: Fitotecnia) Universidade Federal de Lavras, 2000.

PRECZENHAK, A. P. Diversidade genética estimada por meio de marcadores moleculares e morfoagronômicos em acessos de mini tomate. Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal. 2013.

SILVA, C.A. et al. VIII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 2013.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. SBG. Ribeirão Preto, SP 1992. 496.p.

CAPÍTULO 8

CARACTERÍSTICAS FISÍCAS E SENSORIAIS DE CAFÉS DA REGIÃO DOS PONTÕES, MIMOSO DO SUL, ESPÍRITO SANTO

Henrique Souza Lima Netto
Márllon Santos da Silva
Jéferson Luiz Ferrari
João Batista Esteves Peluzio
José Francisco Lopes
João Batista Pavesi Simão
Mário Euclides Pechara da Costa Jaeggi

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de café mundial, sendo também o maior exportador e o segundo maior consumidor de café do mundo (CONAB, 2020). Os expressivos desempenhos na exportação, na produção e no consumo interno de café implicam na sustentabilidade econômica do produtor e de sua atividade.

Além dos implementos tecnológicos que contribuem para o aumento da produção, temse observado o aumento pela qualidade do produto gerado, desafio e oportunidade para o produtor agregar maior valor ao seu produto e se adequar às novas exigências do mercado consumidor.

Várias são as características a serem observadas para a obtenção da qualidade do produto: físicas (por exemplo, os defeitos dos grãos); de bebida (por exemplo, a doçura e a acidez); tecnológicas, como o rendimento da extração; sociais; proteção ao meio ambiente; segurança alimentar; entre outros (CARVALHO, CHAGAS, SOUZA, 1997; BORÉM *et al*, 2008).

Para avaliar a qualidade de café no Brasil, são utilizados dois métodos: um que se baseia

nas características físicas de aspecto e de pureza do grão, e outro, nas características sensoriais da bebida, principalmente no seu aroma e no sabor (MOLIN *et al.*, 2008). Classificações que seguem protocolos rigorosos comerciais nacionais e internacionais (BRASIL, 2003; SCAA, 2009)

O presente trabalho teve como objetivo avaliar as características físicas e sensoriais de cafés provenientes da região dos Pontões, localizada no município de Mimoso do Sul, Espírito Santo, local em que a cafeicultura se destaca como a principal atividade econômica e social.

2. METODOLOGIA

O trabalho foi feito na região dos Pontões, mais precisamente na propriedade do Sr. Izilmar Mateine, localizada na comunidade de Poço Dantas, distrito de Conceição do Muqui, Mimoso do Sul, Espírito Santo, Brasil (Figura 1).

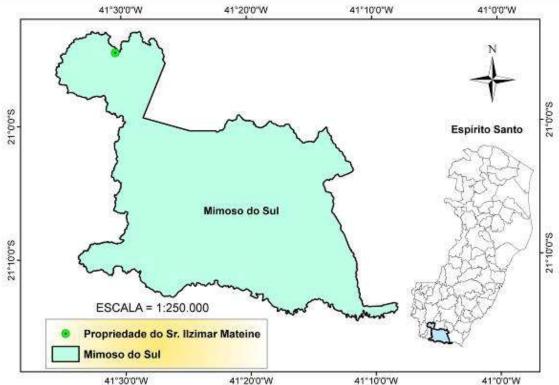


Figura 1. Localização da área de estudo em relação ao estado do Espírito Santo, Brasil

Fonte: Elaborado pelos autores.

A região abriga o Pico dos Pontões que possui 1.438 m de altitude (MIMOSO IN FOCO, 2019), e o seu clima é classificado como do tipo Cfa, de acordo com a classificação de Köppen, ou seja, clima temperado, sem estação seca e verão quente, com temperatura média anual de 20,3 °C e pluviosidade anual de 1.251 mm.

Na propriedade, foram escolhidas e georreferenciadas quarto lavouras de diferentes variedades, todas da espécie arábica, a saber: Mundo Novo, Tupi, Catucaí Amarelo e Catucaí Vermelho. Cada lavoura é formada por cerca de 500 plantas, no espaçamento médio de 2,80 x 1,50 m, produzem em média 12 sacas e possuem plantas com idade de 4 a 5 anos

Na Figura 2 é apresentada a distribuição espacial das lavouras e, na Tabela 1, a localização geográfica de cada delas (Tabela 1).

Area de estudo

CATUCAI AMARELO

CATUCAI VERMELHO

MUNDO NOVO

CATUCAI VERMELHO

Figura 2. Distribuição espacial das variedades estudadas

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 1. Coordenadas, altitudes e tamanho das lavouras da Propriedade do Izilmar Mateíne

Cultivares	Área (m²)	Altitude (m)	Latitude	Longitude
Mundo Novo	2250	724	41° 30' 29'' S	41° 30' 29" O
Tupi	2730	736	20° 54' 34" S	41° 30' 28" O
Catucaí Amarelo	1820	738	20° 54' 34" S	41° 30' 28" O
Catucaí Vermelho	1820	733	20° 54' 35" S	41° 30' 28" O

Fonte: Elaborada pelos autores.

Em cada lavoura foram colhidos 4kg de frutos de café no estádio cereja. A coleta foi realizada nos anos de 2016 e 2017, no mês de junho, período mais intenso da colheita. Esses grãos foram secos em terreiro suspenso, na própria propriedade.

Após a secagem, os grãos colhidos foram encaminhados ao Laboratório de Classificação e Degustação de Cafés do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes) - Campus de Alegre, onde as amostras foram organizadas em 4 grupos, levando em consideração a variedade do grupo e enumeradas de 1 a 4, procurando preservar a identidade do agricultor.

Os procedimentos descritos a seguir foram realizados para os anos de 2016 e 2017.

- 1) Em atendimento à Instrução Normativa n° 08, de 11 de junho de 2003, do Ministério de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2003), foi realizada a caracterização física dos grãos de café arábica, seguindo o Protocolo de Classificação Oficial Brasileira de Café (COB). Realizou-se a determinação do tipo de café, a quantidade total de defeitos e as classificações por porcentagem de cata e tamanho de peneira.
- 2) Terminada essa etapa, os cafés foram guardados completamente fechados em potes, onde ficaram até o dia do preparo para a avaliação sensorial.
- 3) O processo de torra do café foi realizado de acordo com o protocolo da *Specialty Coffee Association of America* (SCAA, 2009). As amostras foram torradas e, após aproximadamente 9 horas, foram avaliadas suas características sensoriais. Nessa avaliação foi seguido o protocolo SCAA e contou com a avaliação de 4 degustadores *Q-graders* credenciados pelo *Coffee Quality Institute* (CQI). As notas dos atributos e a nota final foi obtida por média simples.

3. RESULTADOS

Na Tabela 2 são apresentados os números de defeitos, peso dos grãos, porcentagem de cata e tipo das 4 variedades.

Tabela 2. Número de defeitos, peso do grão, porcentagem de cata e tipo das 4 variedades de café arábica nos anos de 2016 e 2017

Ano	Variedades	Nº de defeitos	Peso dos grãos defeituosos (g)	Catação (%)	Tipo
	Mundo Novo	753	74,0	26,6	7
2016	Tupi	362	42,6	14,1	6
2010	Catucaí amarelo	824	83,7	27,9	7
	Catucaí vermelho	575	67,5	22,5	7
•	Mundo Novo	414	58,7	19,6	7
2017	Tupi	441	54,7	18,2	7
2017	Catucaí amarelo	334	33,3	11,2	6
	Catucaí vermelho	243	29,2	9,7	5

Fonte: Elaborada pelos autores.

Ao observar o ano de 2016, notou-se que os grãos da variedade Catucaí amarelo foram os que apresentaram maior número de defeitos, maior peso de grãos e pior tipo, enquanto que os cafés da amostra da variedade Tupi obtiverem a melhor caracterização física com o menor número de grãos defeituosos, menor peso de grãos e menor tipo.

Ao observar o ano de 2017, verifica-se que os grãos das variedades Catucaí amarelo e Catucaí vermelho, foram os que apresentaram a melhor caraterização física. Enquanto, os grãos das variedades Mundo Novo e Tupi contabilizaram os maiores números de grãos defeituosos, maior peso de grãos e maior tipo.

Analisando o comportamento obtido nesses 2 anos, nota-se que os grãos da variedade Mundo Novo mantiveram a mesma classificação física (tipo 7), já os grãos das variedades Catucaí amarelo e Catucaí vermelho melhoraram sua classificação física, passando do tipo 7 para o tipo 6 no Catucaí amarelo e passando do tipo 7 para o tipo 5 no Catucaí

vermelho.

Os resultado da avaliação física granulométrica das variedades Mundo novo, Tupi, Catucaí Amarelo e Catucaí Vermelho, no ano de 2016 são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Resultado da avaliação física granulométrica das variedades Mundo novo,

Tupi, Catucaí Amarelo e Catucaí Vermelho, no ano de 2016

Peneiras	Mundo Novo	Tupi	Catucaí Amarelo	Catucaí Vermelho
Chato 19 %	3,0	2,5	0	3,2
Moca 13 %	0,1	0,6	0	0,1
Chato 18 %	9,3	9,2	21,4	11,7
Moca 12 %	0,1	0,8	0	0,1
Chato 17 %	15,0	27,3	34,3	21
Moca 11 %	1,9	0,8	0,4	1,2
Chato 16 %	25,5	34,5	25,9	29,2
Moca 10 %	2,2	2,4	0,6	3
Chato 15 %	30	16,3	12	17,3
Moca 9 %	2,6	1,7	1,3	4
Chato 14 %	7,9	3,2	2,6	7,6
Chato 13 %	1,7	0,4	1,2	1,2
Moca 8 %	0,2	0,1	0,1	0,3
Chato 12 %	0,4	0,1	0,1	0,1
Fundo %	0,1	0,1	0,1	0
Chato Graúdo %	27,3	39	55,7	35,9
Chato Médio %	55,5	50,8	37,9	46,5
Chato Miúdo %	10	3,7	3,9	8,9
Moca Graúdo %	2,1	2,2	0,4	1,4
Moca Médio %	2,2	2,4	0,6	3
Moca Miúdo %	2,9	1,9	1,5	4,3

Fonte: Elaborada pelos autores.

No ano de 2016, os grãos da variedade Catucaí amarelo atingiram melhor peneira, possuindo a maior porcentagem de grãos chatos (graúdos, médios e miúdos), dentre as 4 variedades avaliadas, já os grãos da variedade Catucaí vermelho obtiveram menor porcentagem de grãos chatos dentre as amostras de café.

Os grãos da variedade Tupi se destacaram com a menor porcentagem de grãos moca (graúdo, médios e miúdos), na amostra das variedades avaliadas, os grãos da variedade Catucaí vermelho alcançaram a maior porcentagem de grãos moca dentre as 4 variedades avaliadas.

Ao observar o ano de 2017 (Tabela 4), constata-se que os grãos de café da variedade

Catucaí amarelo obtiveram melhor peneira, resultado da amostra com maior porcentagem de grãos chatos. A variedade Catucaí vermelho obteve a menor porcentagem de grãos chatos dentre as 4 variedades avaliadas.

Tabela 4. Resultado da avaliação física granulométrica das variedades Mundo novo, Tupi, Catucaí Amarelo e Catucaí Vermelho, no ano de 2017.

Peneiras	Mundo novo	Tupi	Catucaí	Catucaí
			amarelo	vermelho
Chato 19 %	8,2	4,1	0,7	1,7
Moca 13 %	0	0	0	0,2
Chato 18 %	19	16,6	7,8	8,1
Moca 12 %	0,1	0,2	0,5	0,2
Chato 17 %	29,4	32,4	28,2	23,6
Moca 11 %	2,5	2,2	1,3	0,1
Chato 16 %	20,2	27	35,5	37,3
Moca 10 %	5,5	3,5	3,7	6,3
Chato 15 %	9,3	8,4	15,5	14,9
Moca 9 %	1,7	3	2,3	3,2
Chato 14 %	3,3	1,7	3,2	3,5
Chato 13 %	0,8	0,3	0,7	0,7
Moca 8 %	0	0,4	0,3	0,1
Chato 12 %	0	0,1	0,2	0,1
Fundo %	0	0,1	0,1	0
Chato Graúdo %	56,6	53,1	36,7	33,4
Chato Médio %	29,5	35,4	51	52,2
Chato Miúdo %	4,1	2,1	4,1	4,3
Moca Graúdo %	2,6	2,4	1,8	0,5
Moca Médio %	5,5	3,5	3,7	6,3
Moca Miúdo %	1,7	3,5	2,7	3,3

Fonte: Elaborado pelos autores.

Entre os grãos moca, a variedade Catucaí vermelho obteve a maior porcentagem dentre as 4 variedades avaliadas, já os grãos da variedade Catucaí amarelo foram os que tiveram menor porcentagem de grãos moca.

Ao observar os resultados da avaliação física, constatou-se que as causas responsáveis pela queda na caracterização física na variedade Mundo Novo se devem principalmente ao número de grãos ardidos e grãos verdes no ano de 2016, já no ano de 2017 se deve ao número de grãos concha e grãos sujos.

Na variedade Tupi, no ano de 2016, as causas responsáveis pela queda na caracterização

física foram as quantidades de grãos pretos e grãos verdes, já no ano de 2017 se deve ao número de grãos verdes e grãos quebrados.

Acompanhando o comportamento das amostras durante os 2 anos, observou-se que as amostras da variedade Catucaí amarelo obtiveram melhor peneira, alcançando as maiores porcentagens de grãos chatos. Já os grãos da variedade Catucaí vermelho não alcançaram um bom resultado com relação à peneira, pois suas amostras obtiveram as maiores porcentagens de grãos moca.

De modo geral, pode-se perceber que a granulometria de todas as 4 amostras, tanto no ano de 2016, quanto de 2017, estão de acordo com as exigências do mercado cafeeiro. Segundo o Ministério da Agricultura (1992), os mercados mais exigentes, geralmente, toleram no máximo 10% de grãos moca para lotes classificados como grãos chatos. Na comercialização de grãos de café "cru" são tolerados no máximo 12% de grãos moca. Constata-se que todas as amostras estão abaixo desses índices de porcentagem, isso faz com que, o preço do produto se mantenha estável no mercado, pois quanto maior for a peneira do grão, juntamente com outros aspectos de boa qualidade, apresentam maior valor de mercado.

Matiello (2002) afirma que a incidência elevada no número de grãos mocas indica que está havendo alguma deficiência na fecundação, fenômeno relacionado basicamente a problema genético, com interferência, ainda, de fatores climáticos e de nutrição.

Os resultados da análise sensorial das amostras de café são mostrados nas Tabelas 5. Observou-se que, no ano de 2016, as notas dos atributos sensoriais avaliados da variedade Catucaí vermelho superou em todos os quesitos as demais variedades, tendo uma pontuação média final de 83,75 pontos, nota que corresponde a um café excelente na escala SCAA de qualidade.

As amostras de cafés das variedades Catucaí amarelo e Tupi também alcançaram boas notas. As amostras conquistaram, respectivamente, as notas médias finais 80 e 81 pontos, notas que são compatíveis a excelente na escala SCAA de qualidade.

Tabela 5. Avaliação sensorial das amostras de café da variedade Mundo Novo, Tupi, Catucaí Amarelo, Catucaí Vermelho no ano de 2016

Atributos	Mundo Novo	Tupi	Catucaí	Catucaí
Attibutos	Muliuo Movo	1 upi	Amarelo	Vermelho
Acidez	7,17	7,38	7,25	7,92
Corpo	7,08	7,38	7,00	7,58
Sabor	7,08	7,25	7,00	7,50
Finalização	7,17	7,25	7,13	7,42
Fragrância/Aroma	7,33	7,25	7,38	8,17
Balanço	6,83	7,25	7,13	7,5
Geral	7,00	7,25	7,13	7,67
Xícara Limpa	10	10	10	10
Doçura	0	10	10	10
Uniformidade	10	10	10	10
Pontuação Média Final:	59,667	81	80	83,75

Fonte: Elaborada pelos autores.

No ano de 2017 (Tabela 6), observou-se que as notas das características sensoriais do café da amostra Tupi se sobressaíram dentre as demais amostras, alcançando uma pontuação média final de 78,2 pontos, nota que é compatível a muito bom, segundo a escala SCAA de qualidade.

Tabela 6. Avaliação sensorial das amostras de café das variedades Mundo Novo, Tupi, Catucaí Amarelo, Catucaí Vermelho no ano de 2017

Atributos	Mundo Novo Tupi		Catucaí	Catucaí
Attibutos			Amarelo	Vermelho
Acidez	6,00	7	6,25	6,83
Corpo	6,00	6,92	6,33	6,83
Sabor	6,08	6,75	6,33	6,5
Finalização	6,17	6,92	6,58	6,83
Fragrância/Aroma	6,00	7,08	7,17	7
Balanço	6,00	6,75	6,08	6,42
Geral	6,00	6,75	6,08	6,58
Xícara Limpa	0	10	10	10
Doçura	0	10	10	10
Uniformidade	10	10	10	10
Pontuação Média Final:	32,3	78,2	74,8	77

Fonte: Elaborada pelos autores.

Ao final dos 2 anos de avaliação, pode-se perceber que, em geral, as amostras obtiveram bons resultados na caracterização sensorial. Todavia, no ano de 2016 as amostras obtiveram uma melhor caracterização sensorial do que no ano de 2017, onde os cafés

avaliados conquistaram notas acima de 80 pontos, compatíveis a cafés de excelente qualidade (SCAA, 2009).

Dentre as 4 variedades avaliadas somente uma variedade que não alcançou pontuação média final acima de 60 pontos, sendo classificada como café inferior. Isso ocorreu com o café Mundo novo no segundo ano de avaliação, em função da ocorrência de 5 xícaras sujas, ou seja, xícaras com defeitos que apontaram se tratar de bebida fenicada, possivelmente por problemas advindos da pós-colheita. Isso se correlaciona com o número expressivo de defeitos, principalmente ardidos e pretos verde, o que acarretou a queda nas notas dos atributos xícara limpa e doçura.

Segundo Amorim (1978), a qualidade do café está relacionada às características dos grãos quanto à cor, aspecto, número de defeitos, aroma e sabor da bebida. Os resultados das avaliações físicas e sensoriais dos cafés mostraram que nesses 2 anos de avaliação física e sensorial, os cafés da variedade Catucaí vermelho tiveram maior desempenho em termos de pontuação média final

5. CONCLUSÕES

A região dos Pontões, município de Mimoso do Sul, apresenta potencial para a produção de cafés especiais.

Os resultados mostram que as amostras de café da variedade Catucaí vermelho alcançaram uma avaliação física superior às demais amostras, sendo o café com o menor número de defeitos intrínsecos e melhor tipo.

Na avalição sensorial, as amostras de café da variedade Catucaí vermelho e Tupi alcançaram notas compatíveis entre muito bom e excelente, respectivamente, segundo a escala de qualidade da SCAA.

6. REFERÊNCIAS

BORÉM, F. M.; CORADI, P. C.; SAATH, R.; OLIVEIRA, J. A. Qualidade do café natural e despolpado após secagem em terreiro e com altas temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 5, p. 1609-1650, 2008.

BRASIL. **Instrução Normativa** nº 08, de 11 de junho de 2003. Dispõe de Regulamento Técnico de Identidade e de Qualidade para a classificação do Café Beneficiado Grão Cru. Brasília, DF, 2003. 12p.

CARVALHO, VD De; CHAGAS, SJ de R.; SOUZA, SMC de. Fatores que afetam a qualidade do café. **Informe Agropecuário**, v. 18, n. 187, p. 5-20, 1997.

CONAB. **Safra brasileira de café:** Primeiro levantamento. n.1, v. 6, p:1-62, 2020, Disponível em: <<u>file:///C:/Users/Usuario/Downloads/BoletimZcafZjaneiroZ2020</u> <u>%20(1).pdf</u>>. Acesso em 12 de mai. De 2020.

MATIELLO, J. B. **O café: do cultivo ao consumo**. (Coleção do agricultor. Grãos) (Publicações Globo Rural). São Paulo: Globo, 2002. 320 p.

MOLIN, R. N. D.; ANDREOTTI, M.; REIS, A. R. D.; FURLANI JUNIOR, E.; BRAGA, G. C.; SCHOLZ, M. B. D. S. Caracterização física e sensorial do café produzido nas condições topoclimáticas de Jesuítas, Paraná. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 3, p. 353-358, 2008.

MIMOSO IN FOCO. **PONTÕES:** a grandeza de uma montanha na frieza dos números. 2019. Disponível em: http://www.mimosoinfoco.com.br/voce-in-foco/pontoes-a-grandeza-de-uma-montanha-na-frieza-dos-numeros/. Acesso em: 13 jul. 2020.

SCAA (2009). Roasting and Cupping Protocol. Disponível em: http://www.coffee institute.org/documents/SCAA Roasting and Cupping Protocol_000.doc>. Acesso em 27 de Set. de 2017.

CAPÍTULO 9

DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO TEMPORAL DO NÍVEL POPULACIONAL DA BROCA-DO-CAFÉ POR MEIO DO USO DE GEOPROCESSAMENTO E DE ARMADILHAS MODELO IAPAR

Carlos Alexandre Pinheiro
Carlos Humberto Desiderio Pirovani
Jéferson Luiz Ferrari
Victor Luiz de Souza Lima
José Francisco Lopes
João Batista Esteves Peluzio
Mário Euclides Pechara Da Costa Jaeggi

1. INTRODUÇÃO

A broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (FERRARI, 1867) é um inseto originário da África Equatorial que pertence à ordem Coleóptera e à família Scolytidae. Sua introdução no Brasil deu-se no início do século XX, provavelmente em 1913, por meio de sementes infestadas procedentes do Congo Belga (CANTOR *et al.*, 2000). Ela é considerada uma das mais importantes pragas da cafeicultura brasileira e mundial, atacam os frutos dos cafeeiros arábica (*Coffea arábica L.*) e conilon (*Coffea canephora*), em qualquer estado de maturação, e causando grandes perdas tanto na produção como na qualidade dos grãos (REIS *et al.*, 2010).

Sua principal forma de ação ocorre durante o período de trânsito, onde indivíduos adultos deste inseto abandonam os frutos velhos, presentes geralmente no chão, e passam a infestar os frutos da nova safra (BAKER, 1984). A fêmea deste inseto, após o acasalamento, perfura a coroa do fruto do café, escava as galerias e oviposita. As larvas, ao se desenvolver no interior do fruto do café, atacam uma ou as duas sementes, podendo

acarretar a destruição parcial e total do fruto (DAMON, 2000).

Segundo Reis *et al.* (2010), os principais danos provocados pela broca-do-café são: a queda prematura de frutos; a perda de peso do café beneficiado, que pode chegar até 21% em alguns casos, provocada pelas galerias escavadas; a perda da qualidade, pela depreciação do produto na classificação por tipo, pois cinco sementes broqueadas constituem um defeito; além de processos oxidativos do interior dos grãos que também possibilitam a entrada de micro-organismos fúngicos ou bactérias.

O controle do inseto, feito por mecanismos cultural, biológico e/ou químico (REIS et al., 2010), passa, indubitavelmente, por um eficiente método de monitoramento que visa o cálculo da infestação da broca na lavoura e a melhor época do tratamento, talhão por talhão (GALLO et al., 2002). Esta operação é realizada convencionalmente por meio da contabilização do número de frutos broqueados, na época de trânsito da broca-do-café, com base na utilização de planilha específica desenvolvida por pesquisadores da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG)(SOUZA et al., 2013), Quando a infestação de frutos broqueados atingirem 3% (três por cento) a 5% (cinco por cento) temse a época exata para se proceder, por exemplo, o controle químico da broca-do-café (SOUZA et al., 2013; MAPA, 2014).

O uso desta técnica de amostragem, a partir dos frutos broqueados do cafeeiro, consome muita mão de obra fazendo com que, o cafeicultor tenha, pouco tempo para a tomada de decisão. Desta forma, medidas alternativas para o monitoramento e controle deste inseto que exigem menor intervenção direta e intensiva do homem são necessárias.

Uma das possibilidades, tida como promissora, é o uso de armadilhas contendo atraentes, ou seja, contendo sinais químicos ou semioquímicos envolvidos na comunicação entre os seres vivos (SILVA *et al.*, 2006; ZARBIN *et al.*, 2009). Mendoza-Mora *et al.* (1993), foram um dos pioneiros a analisar a atratividade visual e olfativa da broca-do-café à misturas do etanol e metanol e a captura em armadilhas de funis múltiplos, demonstrando efeito sinérgico da mistura desses dois alcoóis.

Mais recentemente, Rodrigues (2003), desenvolveu um protótipo de armadilha bem

simples, de baixo custo, para o monitoramento e controle da broca-do-café, construído com garrafa descartável de Polietileno Tereftalato (PET). A solução atrativa empregada foi uma mistura de metanol, etanol e café puro, torrado e moído. Este modelo passou a ser conhecido como modelo IAPAR pela parceria do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR) e do Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural – EMATER/PR.

O geoprocessamento aplicado nas ciências agrárias preconiza um esforço catalisador entre áreas multidisciplinares que tem objetivos diretos quando se busca promover a produção de alimentos e a minimização do trabalho do homem do campo, oferecendo alternativas para o entendimento da ocupação e utilização do meio físico da Terra.

Objetivou-se neste trabalho utilizar armadilhas modelo IAPAR e analisar as relações espacial e temporal do nível populacional da broca-do-café em uma lavoura de café arábica (*Coffea arabica* L.), consorciada com bananeiras (*Musa sp.*).

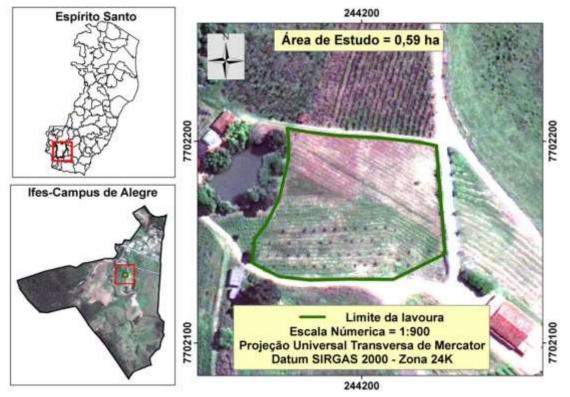
2. METODOLOGIA

3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado em uma lavoura de café arábica (*Coffea arábica* L.) consorciada com bananeiras (*Musa sp.*), localizada no Setor de Cafeicultura do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes) – Campus de Alegre, município de Alegre, Espírito Santo, Brasil (20°45'45,67"S; 41°27'24,52"W) (Figura 1).

Segundo a classificação de Koppen, o clima da região é do tipo Awa com temperatura média anual de 26°C e precipitação média anual de 1250 mm. O solo é do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo e o relevo forte ondulado, com declives de 20 a 45% e altitude média de 136 m.

Figura 1. Localização da área de estudo em relação ao Ifes-Campus de Alegre e ao estado do Espírito Santo, Brasil



Fonte: Elaborada pelos autores.

A lavoura de café arábica utilizada no experimento possui 5.864 m² (0,59 ha), com aproximadamente, 2.932 plantas. Sua implantação data de fevereiro de 2009 envolvendo cinco variedades: Topázio (MG-1190), Obatã (IAC 1669-20), Catuaí amarelo (IAC 86), Catuaí vermelho (IAC 81) e Tupi todas no espaçamento 2 x 1m. O plantio das bananeiras foi feita no mesmo ano, porém em setembro, visando o sombreamento da lavoura de café, juntamente com a implantação de um sistema de irrigação por gotejamento ocorrido no mesmo ano. As variedades das bananeiras utilizadas foram Japira e Vitória (INCAPER 2011), ambas plantadas no espaçamento de 6x5 m.

A situação da área de estudo no mês de março de 2014, é mostrada na Figura 2, quando a lavoura de café estava com cinco anos.



Figura 2. Fotografia da área de estudo, no mês de março de 2014

Fonte: Elaborada pelos autores.

5.1 METODOLOGIA APLICADA

O trabalho foi dividido em duas fases: fabricação e instalação das armadilhas; e coleta e análise do nível populacional da Broca-de-café.

3.2.1 Fabricação e instalação das armadilhas

As armadilhas foram confeccionadas segundo o modelo do IAPAR (RODRIGUES, 2003), tipo "invertida", constituída de garrafa descartável de PET de 2 L com recorte de 15 x 10 cm, e um frasco difusor de 10 mL, fixado na parte interna da garrafa, para a colocação da solução atrativa composta de uma mistura de metanol, etanol e café puro, torrado e moído. Na base da abertura da garrafa foi colocada uma fita vermelha de

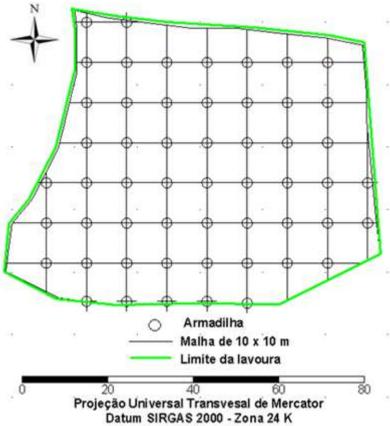
aproximadamente 3 cm de largura e 10 cm de comprimento para melhorar a atração da broca. Foram confeccionadas 54 armadilhas deste modelo.

No preparo de um litro de solução atrativa (isca) foram utilizados 500 mL de metanol (álcool metílico comercial), 500 mL de etanol (álcool etílico comercial) e 10 g de café puro, torrado e moído. Esta solução foi preparada no Laboratório de Análises Química e Bromatológica do Ifes-Campus de Alegre, colocada em um vidro e deixada para curtir durante o período de três meses.

Completado este período, dia 21 de novembro de 2013, as 54 armadilhas foram distribuídas na lavoura obedecendo a uma malha regular quadrada de 10 x 10 m (Figura 3). Nesta ocasião, os frutos do café se encontravam na fase de "chumbão", época considerada de maior trânsito dos adultos da broca-do-café. As armadilhas foram fixadas na própria planta de café a cerca de 1,20 m de altura e dispostas na lavoura numa densidade de, aproximadamente, 91,5 armadilhas por ha.

Cada planta de café, definida pela malha amostral, foi identificada com uma placa metálica de alumínio, contendo o número da planta correspondente, e georreferenciado com um receptor de Sistema de Posicionamento Global pré-configurado para o sistema de projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) e datum *World Geodetic System* 84 (WGS 84). O afogamento e a captura da broca foi feita colocando-se 200 mL de água comum com 1 mL de detergente em cada armadilha. A taxa de liberação ou volatilização do semioquímico foi de 0,331 ± 0,03 mL dia⁻¹, valor este determinado por uma amostragem *in loco* a partir de cinco frascos, durante todo período amostrado foi realizada apenas uma reposição de semioquímico, após 15 dias da instalação das armadilhas.

Figura 3. Malha amostral utilizada para analisar as relações espacial e temporal do nível de infestação da broca-do-café



Fonte: Elaborada pelos autores.

3.2.2 Coleta e análise do nível populacional da broca-do-café

A contagem de adultos de Broca-do-café nas armadilhas (NAB), foi realizada semanalmente com início de uma semana após instalação das armadilhas como nos mostra a Tabela 1:

Tabela 1. Período de amostragem e dias de coleta

Amostragem	Período	Dia de coleta
NAB1	21 a 28/11/13	28/11/13
NAB2	28 a 05/12/13	05/12/13
NAB3	05 a 12/12/13	12/12/13
NAB4	12 a 19/12/13	19/12/13

Fonte: Elaborada pelos autores.

Para facilitar a contagem dos adultos da broca-do-café foi utilizada uma peneira plástica

de 0,1 mm de diâmetro, cuja tela era branca.

Alguns procedimentos metodológicos empregados na metodologia IAPAR são demonstrados na Figura 4.

Figura 4. Fotografias de alguns procedimentos metodológicos empregados na metodologia IAPAR: **A.** Identificação das plantas com placas metálicas de alumínio; **B.**Georreferenciamento da malha amostral com receptor GPS; **C.** Detalhe do modelo da armadilha IAPAR; **D.** Contagem do número de adultos da broca-do-café; **E.** Grãos do café na fase de chumbão, com destaque para a presença de um inseto da broca-do-café



Fonte: Elaborada pelos autores.

Durante o desenvolvimento da cultura, não foi realizado nenhum tratamento fitossanitário, e que os adultos coletados da broca-do-café foram armazenados em frascos com álcool 60% para posterior identificação. Os indivíduos foram encaminhados ao pesquisador Prof. Dr. Victor Luis de Souza Lima, integrante do setor de entomologia do Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário de Pragas e Doenças (NUDEMAFI) do CCA-UFES, que procedeu a confirmação da referida espécie.

Durante toda a fase de coleta do número de adultos da broca-do-café, dados meteorológicos médios de temperatura máxima, média e mínima e de precipitação pluviométrica foram monitorados. Esta etapa do trabalho foi realizada por meio de consultas diárias e registros de dados junto à estação meteorológica de Alegre (INMET,

2013), distante de cerca de 3 km da área de estudo.

A análise dos dados foi realizada por meio da estatística descritiva e por meio da variação espaço-temporal dos números de adultos da broca-do-café coletados nas armadilhas, em cada semana. O padrão de variação espaço-temporal da infestação da broca-do-café foi obtido e analisado via curvas de flutuação de adultos do inseto- praga, interpolando os números de adultos da broca-do-café nas armadilhas pelo interpolador inverso do quadrado da distância (Equação 1), disponível no programa computacional Surfer®8.3 (GOLDEN SOFTWARE, 2005).

$$Z^{*}(x,y_{i}) = \frac{\sum_{i=1}^{N} z(x_{i}y_{i})zt_{i}^{-}}{\sum_{i=1}^{N} d_{i}^{+}}$$
(Eq. 1)

Em que: Z * (xi yi) = Valor estimado na posição xi yi ; d = Distância euclidiana na amostra j ao ponto i da grade, definida pela Equação 2; r = Fator de ponderação da distância.

$$d_{ij} = \left[(x_i + x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 \right]^{1/2}$$
(Eq. 2)

Para verificar se a armadilha IAPAR seria eficiente na atração da broca-do-café foi realizada, paralelamente, nos mesmos dias de contagem do NAB, a metodologia de monitoramento e controle da broca-do-café proposta por Souza *et al.* (2013). Para a qual foram escolhidas aleatoriamente, 30 plantas de café das 54 plantas georreferenciadas. Em cada planta escolhida, foram visualizados 60 frutos em seis pontos, ou seja, dez frutos por ponto, sem os coletar. Os dez frutos foram observados em diversos ramos e rosetas. Os pontos 1, 2 e 3 foram, respectivamente, a saia, o meio e o topo de um lado da planta, enquanto que os pontos 4, 5 e 6, foram, respectivamente, a saia, o meio e o topo, do outro lado da planta. Nos dez frutos observados por ponto foram contados os broqueados, cujo total foi anotado na planilha, correspondente a cada ponto observado.

Preenchida a planilha no campo, foram somados, separadamente, todos os frutos broqueados de cada ponto (1, 2, 3, 4, 5 e 6), anotando-se o resultado no subtotal das colunas. Em seguida, foram somados todos os subtotais de frutos broqueados das colunas,

cujo resultado foi Total de Frutos Broqueados (TFB), nas 30 plantas escolhidas e observadas. O valor encontrado, anotado na planilha, foi dividido por 18 (fator fixo), dando a porcentagem de infestação da broca-do-café (IF) na lavoura.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os resultados estatísticos do NAB capturados nos conteúdo das armadilhas modelo IAPAR, durante o período do experimento. Verifica-se que o nível médio populacional, foi de 4,50 adultos da broca-do-café/armadilha/semana. A armadilha conseguiu detectar a ocorrência da broca-do-café e, o que é mais interessante, de forma precoce, antecipando o diagnóstico.

Tabela 1. Resultados estatísticos do número de adultos de broca-do-café (NAB) capturados nas armadilhas modelo IAPAR, no período de 21 de novembro a 19 de dezembro de 2013

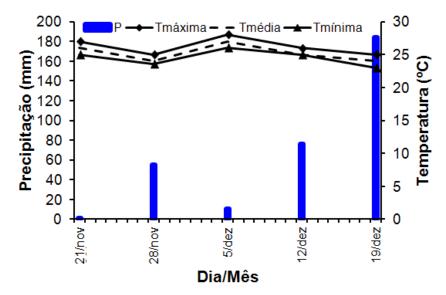
Coleta	n		Mín.	Med.	Máx.	σ	cv	cs
NAB1	54	5,76	0	5	17	3,55	0,61	0,80
NAB2	54	4,74	0	4	29	4,77	1,00	2,74
NAB3	54	5,04	0	3	30	5,15	1,00	2,63
NAB4	54	2,44	0	1	29	4,26	1,74	4,71
NABMédio	54	4,50	0	3,5	25	3,67	0,81	3,31

n = Número de armadilhas; x = Média; Mín. = Mínimo; Med. = Mediana; Máx. = Máximo; σ = Desvio padrão; cv = Coeficiente de variação; cs = Coeficiente de assimetria

Fonte: Elaborada pelos autores.

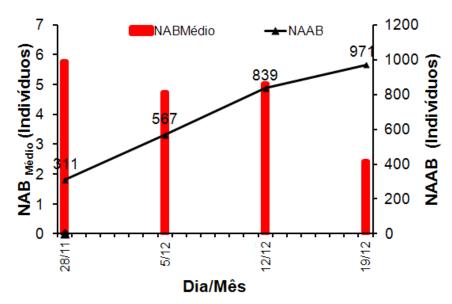
A maior média do NAB foi notada na primeira semana de observação (NAB1), de 21 a 28 de novembro de 2013, com valor de 5,76 adultos da broca-do-café/armadilha, e, a menor média aconteceu na última semana de observação (NAB4), de 12 a 19 de dezembro de 2013, com valor de 2,44 adultos da broca-do-café/armadilha. O baixo resultado médio encontrado na coleta NAB4, provavelmente se deve às baixas taxas de liberação ou volatilização do semioquímico provocadas pelas maiores precipitações pluviométricas ocorridas nessa semana (Figura 5), ou pelo número acumulado de broca-do-café (NAAB) capturado nas armadilhas (Figura 6). A precipitação pluviométrica acumulada nesta semana foi a maior, alcançando valor de 184 mm.

Figura 5. Médias semanais de precipitação pluviométrica e temperatura no período de 21 de novembro a 19 de dezembro de 2013



Fonte: Elaborada pelos autores.

Figura 6. Relação entre o número médio de adultos de broca-do-café (NAB Médio) e o número acumulado de broca-do-café (NAAB) capturadas nas armadilhas modelo IAPAR, no período de 21 de novembro a 19 de dezembro de 2013



Fonte: Elaborada pelos autores.

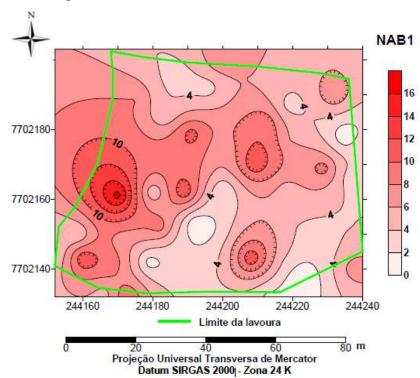
Na Figura 5, nota-se que a utilização da armadilha modelo IAPAR contendo

semioquímicos, constitui uma ferramenta útil não só para a verificação do nível populacional da broca. Foram capturados durante a fase experimental 971adultos de broca-do-café, sendo: 311 adultos de broca-do-café, na primeira semana, 256 adultos de broca-do-café, na segunda semana, 272 adultos de broca-do-café, na terceira semana; e 132 adultos de broca-do-café, na quarta semana.

A armadilha é de baixo custo e de simples manejo. Entretanto, uma desvantagem notada foi a falta de seletividade da armadilha, ou seja, o seu poder de atração não foi específico apenas para a broca-do-café, capturando outras espécies de insetos. Foram encontradas, porém não contabilizados, diversos insetos da ordem lepidóptera e hymenoptera.

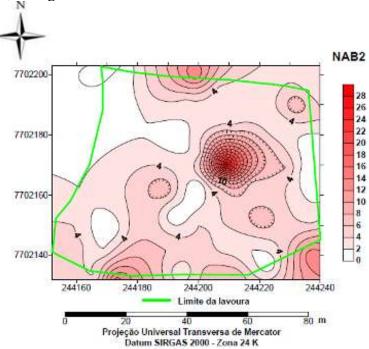
A distribuição espacial do NAB por armadilha IAPAR, encontrada em cada semana, é mostrada nas Figuras 7, 8, 9 e 10. E, na Figura 11, é apresentada a distribuição espacial média do número de adultos da broca-do-café (NAB Médio) por armadilha IAPAR.

Figura 7. Distribuição espacial do número de adultos da broca-do-café (NAB1) por armadilha IAPAR, na primeira semana



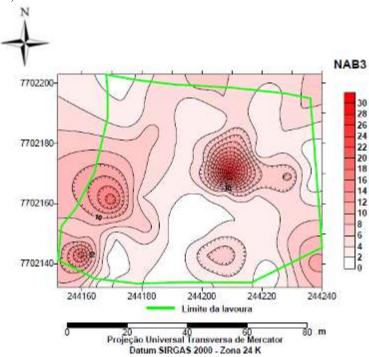
Fonte: Elaborada pelos autores.

Figura 8. Distribuição espacial do número de adultos da broca-do-café (NAB2) por armadilha IAPAR, na segunda semana.



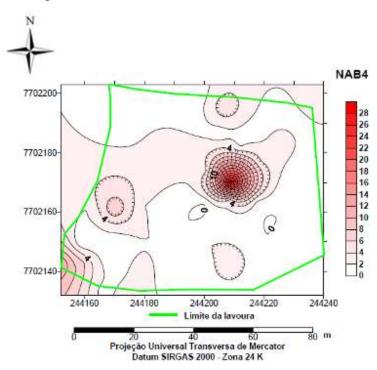
Fonte: Elaborada pelos autores.

Figura 9. Distribuição espacial do número de adultos da broca-do-café (NAB³) por armadilha IAPAR, na terceira semana



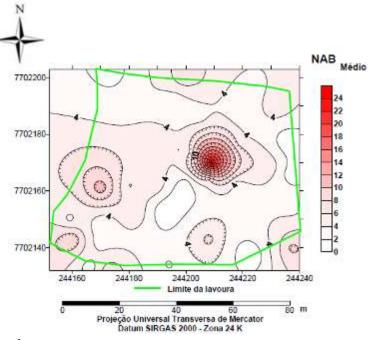
Fonte: Elaborada pelos autores.

Figura 10. Distribuição espacial do número de adultos da broca-do-café (NAB4) por armadilha IAPAR, na quarta semana



Fonte: Elaborada pelos autores.

Figura 11. Distribuição espacial média do número de adultos da broca-do-café (NAB _{Médio}) por armadilha IAPAR



Fonte: Elaborada pelos autores.

Ao observar as curvas de flutuação de adultos do inseto-praga nos mapas, percebe-se que a população da broca-do-café é dinâmica, com rápida variação espacial e temporal. O nível de infestação de adultos da broca-do-café apresentou padrão espacial agregado (KREBS, 1989), semelhante ao encontrado por Silva *et al.* (2013), em lavouras de café conilon, e caracterizado por algumas regiões de alta densidade, enquanto que outras regiões apresentam baixa densidade populacional do inseto. Os locais onde se encontram as maiores densidades de adultos da broca-do-café são mostrados pela tonalidade acentuada de cor vermelha. Quanto mais vermelho no mapa, maior é o NAB capturados pela armadilha IAPAR.

Como a população da broca-do-café na lavoura não se desenvolve uniformemente, a análise desses mapas permite a adoção de medidas de controle da broca-do-café sob a ótica de manejo a sítio específico, resultando na redução da fonte inicial do inseto e num impacto positivo inegável na aplicação localizada de inseticidas, no caso do uso de controle químico. Esta recomendação segue os conceitos da agricultura de precisão que, tem como elemento-chave a gerência da variabilidade espacial e temporal da produção e dos fatores nela envolvidos (MOLIN, 2004).

Além disso, o manejo localizado de insetos-praga pode ser incorporado ao Manejo Integrado de Pragas (MIP) que, segundo Von Zuben (2014), é uma filosofia de controle de pragas que procura integrar técnicas de combate com base em parâmetros econômico, ecológico e sociológico, visando manter a densidade populacional de um organismo abaixo do nível de dano econômico.

A dinâmica espacial e temporal observada nos mapas sinaliza que as maiores densidades de NAB, retratadas por regiões mais vermelhas, podem estar relacionadas com a oferta de frutos presentes no campo, com a preferência da broca-do-café por condições ambientais advindas do uso da terra marginal e do manejo da lavoura estudada, a atração por feromônios sexuais da praga (MORAL GARCIA, 2006). Reis *et al.* (2010), explicam que o sombreamento e espaçamentos adensados podem favorecer o nível populacional da broca, pela redução da luminosidade e manutenção de maior umidade no cafezal. Notouse que as maiores infestações ocorreram nas coordenadas UTM 24K 7702165 (N),

244165 (E), e UTM 24K 7702170 (N) e 244210 (E).

Os resultados referentes à metodologia de monitoramento e controle da broca-do- café proposta por Souza *et al.* (2013) são mostrados na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados do total de frutos broqueados (TFB) e porcentagem de infestação da broca-do-café na lavoura (IF), de acordo com a metodologia de Souza *et al.* (2013)

Coleta	N	TFB	IF
NAB1	30	3	0,16 %
NAB2	30	12	0,66 %
NAB3	30	8	0,44 %
NAB4	30	37	2,05 %

 $n = N\'umero \ de \ plantas \ sorteadas \ TFB = total \ de \ frutos \ broqueados \ IF = \'indice \ de \ infesta\~ção.$

Fonte: Elaborada pelos autores.

Os resultados da Tabela 2 seguem os valores aferidos nas quatro coletas: NAB1, NAB2, NAB3, NAB4, em que 30 plantas de café são selecionadas aleatoriamente e aplicada a metodologia de monitoramento de incidência de brocas de Souza *et al.* (2013), constatando níveis de dano inferior ao recomendado pelo MIP, ou seja, IF abaixo de 3%.

4. CONCLUSÕES

Levando-se em consideração as condições do experimento, pode-se concluir que:

- · A armadilha modelo IAPAR demostrou ser um ferramenta útil para o controle e monitoramento de adultos da broca-do-café, porém não é seletiva.
- Técnicas de geoprocessamento, associadas ao uso de armadilhas modelo IAPAR, podem auxiliar o monitoramento da broca- do-café sob a ótica do manejo a sítio específico, determinando zonas críticas de maior infestação da broca-do-café na layoura.
- O nível de infestação de adultos da broca-do-café apresentou padrão espacial agregado, com rápida variação espacial e temporal.

5. REFERÊNCIAS

BAKER, P. S. Some aspects of the behaviour of the coffee berrey borer in relation to its control in Southern Mexico (*Coleoptera: Scolytidae*). **Folia Entomology Mexicana.** v.61, p.9-24, 1984.

CANTOR, F.; BENASSI, V. L. R. M.; FANTON, C. J. Broca-do-café, *Hypothenemus hampei*(Coleoptera: Scolytidae).In: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A.; CANTOR, F. **Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil**. Ribeirão Preto, SP: Holos, p.97-105. 2000.

DAMON, A. A review of the biology and control of the coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). **Bulletin of Entomological Research**, v. 90, p.453–465, 2000.

GALLO, D.; OCTAVIO NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S. **Entomologia Agrícola.** Viçosa, MG: UFV. 2002. 920p.

GOLDEN SOFTWARE.**Surfer version 8.0 Surface mapping system**. Colorado, Golden Software, Inc, 1 CD-ROM. 1993-2005.

INMET (2013). Informações do tempo e do clima da Estação de Alegre, Espírito Santo. Disponível em: www.inemt.gov.br. Acesso em: dez. 2013.

KREBS, C.J. Ecological methodology. New York: Harper and Hall, 1989, 654p. LAURENTINO, E.; COSTA, J. N. M. Descrição e caracterização biológica da brocado-café (*Hypothenemus hampei*, Ferrari, 1867) no Estado de Rondônia. Embrapa, Doc. 90. 2004. 21p.

MENDOZA-MORA, J. R.; LIMA, J. O. G.; VILELA, E. F. Evaluación de simioquimicos y dos tipos de trampas para La captura de La broca Del café, *Hypothenemus hampei*. Sanidade Vegetal, v.6, p.31-39, 1993.

MAPA. **Portaria Nº 711, de 17 de julho de 2014 -** Manejo da praga *Hypothenemus hampei* e medidas emergenciais de defesa sanitária vegetal. Diário Oficial da União – Seção 1, Nº 136, 18 de julho de 2014.

MOLIN, J. P. Agricultura de precisão e seus poucos anos de história. **Revista Campo Aberto**, Edição de maio, p.12–16, 2004.

MORAL GARCIA, F. J. Analysis of the Spatio–temporal Distribution of *Helicoverpa armigera* Hb. in aTomato Field using a Stochastic Approach. **Biosystems Engineering**, v.93, n.3, p.253–259, 2006.

REIS, P. R. et al. Manejo integrado das pragas do cafeeiro. In: REIS, P. R.; CUNHA,

R. L. da. **Café arábica.** EPAMIG, v.1, p. 573-688. 2010.

RODRIGUES, P. L. S. **Controle alternativo da broca do café**. Emater, Governo do Paraná. Ivaporã, PR. 2003. 82p.

SILVA, B. S. O. *et al.* Variabilidade espacial de *Hypothenemus hampei* no café conilon. In **Anais...** VIII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Salvador, BA. 2013. 5p.

SILVA, F. C. da; VENTURA, M. U.; MORALES, L. O papel das armadilhas com semioquímicos no manejo da broca-do-café, *Hypothenemus hampei*. **Semina: Ciências Agrárias**, v.27, n.3, p.399-406, 2006.

SOUZA, J. C. *et al.* Controle químico da broca-do-café com *cyantraniliprole*. **Coffee Science**, v. 8, n. 4, p.404-410, 2013.

SOUZA, J. C.; REIS, P. R. Efeito da broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera- Scolytidae) na produção e qualidade do grão de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 8., 1980, Campos do Jordão. **Anais...** Rio de Janeiro, IBC/GERCA, 1980. p. 281-283.

VON ZUBEN, A. P. B. **Manual de controle integrado de pragas**. São Paulo, SP: SMA. 2014. 68p.

ZARBIN, P. H. G.; RODRIGUES, M. A. C. M.; LIMA, E. R. Feromônios de insetos: tecnologia e desafios para uma agricultura competitiva no Brasil. **Química Nova**, v.32, n.3, pp. 722-731, 2009.

CAPÍTULO 10

SUBSTRATOS E RECIPIENTES NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAFÉ CONILON

Mário Euclides Pechara da Costa Jaeggi

Wallace Luís de Lima

Julio Cesar Gradice Saluci

José Maria Dalcolmo

João Batista Esteves Peluzio

Jeferson Luiz Ferrari

Arnaldo Henrique de Oliveira Carvalho

1. INTRODUÇÃO

O café é um dos principais grãos produzidos no mundo, sendo cultivado nos mais diversos tipos de solo e de clima, em diferentes métodos de plantio. No Brasil, a cultura do cafeeiro sempre ocupou posição de destaque, proporcionando importante função social como geradora de empregos e fixadora da população na zona rural, além da sua participação na economia do País em toda a história da sociedade brasileira (POZZA *et al.*, 2001; SILVA *et al.*, 2011).

A produção de mudas de alta qualidade genética e fitossanitária constitui-se um requisito indispensável para alcançar elevadas produtividades na cafeicultura. Dentre vários fatores envolvidos para se obter sucesso no empreendimento, a formação das mudas ocupa lugar de destaque, pois devem ser produzidas dentro de padrões mínimos de qualidade. Sua tecnologia de produção vem sendo alterada nos últimos anos, com pesquisas para determinação do tipo de recipiente, substrato, tempo e manejo das adubações e de

irrigação ideais para sua produção com qualidade. Sem dúvida, mudas sadias e bem desenvolvidas constituem um dos fatores básicos para o sucesso da formação de novas lavouras (GUIMARÃES *et al.*, 1989; HENRIQUE *et al.*, 2011).

Vallone *et al.* (2010) relataram que a mistura de resíduos orgânicos ao substrato promove a melhoria das características químicas, físicas e biológicas, de modo a criar um ambiente adequado para as raízes e da planta como um todo, influenciando, significativamente, no seu desenvolvimento, diminuindo o uso de solo e, consequentemente, evitando os risco de contaminação por pragas e doenças.

Em relação aos tipos e capacidades dos recipientes, vários autores têm buscado uma combinação ideal, associando qualidade com a redução do custo de produção da muda de café (CUNHA *et al.*, 2002; SILVA *et al.*, 2010; VALLONE *et al.*, 2009). Cunha *et al.* (2002) concluíram que o tubete com capacidade para 120 cm³ proporcionaram melhor desenvolvimento às mudas de cafeeiro com relação aos de 50 e 275 cm³. Silva *et al.* (2010), constataram que o bloco prensado, a sacola e tubete (120 cm³), são os recipientes mais indicados para a produção de mudas de café conilon, nos quais foram obtidos maior crescimento vegetativo e mudas mais vigorosas. Segundo Vallone *et al.* (2009), a sacola e o tubete de 120 cm³ proporcionaram maior desenvolvimento de mudas de café arábica em relação àquelas produzidas em tubete de 50 cm³.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento vegetativo de mudas de café conilon, conduzidas em diferentes recipientes e substratos orgânicos.

2. METODOLOGIA

O experimento foi realizado no viveiro de mudas (cobertura sombrite de 50% e estrutura de bambu) do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes) - Campus de Alegre, localizado no município de Alegre-ES, latitude 20°45'44" Sul, longitude 41°27'43" Oeste e altitude de 134 m.

Segundo classificação de Köppen, o clima da região é do tipo "Aw", que apresenta inverno seco e verão chuvoso, com temperatura anual média de 23 °C e precipitação anual em torno de 1.200 mm. O período chuvoso na região se concentra de novembro a março.

O delineamento foi organizado em blocos casualizados arranjados em esquema fatorial 4 x 3, sendo 4 substratos (3 fontes de material orgânico e 1 comercial), 3 recipientes (sacola, tubete de 280 cm³, tubete de 120cm³), em 15 repetições, totalizando 180 mudas avaliadas no experimento.

Os substratos utilizados foram:

- **S1** Composto orgânico de leguminosa: constituído à base de leguminosa (feijão guandu) com esterco bovino, com processo de maturação chegando a 90 dias. Ao longo desse período foi realizado o revolvimento do material a fim de homogeneizá-lo e também agilizar no processo de maturação;
- **S2** Convencional: feito a base de terra de barranco com esterco bovino, na proporção de 3:1 (v:v), mais a complementação de adubação com N-P-K recomendado para a cultura, tradicionalmente utilizado em viveiro de mudas de café;
- **S3** Vermicomposto: decorrente do composto orgânico, após o processo de ação de minhocas (*Eisenia foetida*) ao longo de 60 dias; e
- **S4** Composto orgânico de gramínea: proveniente do processo de compostagem de esterco bovino e aparas de gramas de jardins do Campus, conforme descrito por Souza *et al.* (2013).

Foram utilizados tubetes e sacolas de polietileno em volumes diferenciados. As sacolas possuíam a capacidade de 650 cm³, os tubetes possuíam capacidade de 120 cm³ e 280 cm³. Estes recipientes apresentam como característica primordial a não liberação de toxinas no substrato de cultivo.

Sementes de café conilon, cultivar EMCAPER 8151 - Robusta Tropical, foram semeadas em março de 2014, diretamente nos recipientes estudados. Foram utilizadas duas sementes por recipiente, semeadas a 1,0 cm de profundidade. O desbaste foi efetuado logo após o aparecimento do primeiro par de folhas verdadeiras, eliminando as plantas

menos vigorosas (MATIELLO *et al.*, 2005). Nesse ´período, as irrigações foram realizadas duas vezes ao dia (manhã e tarde), por micro aspersão. A partir dessa fase, foram realizadas irrigações diversas vezes ao dia, de acordo com a necessidade das plantas, em função da variação climática, até a fase em que as mudas estavam aptas para serem levadas a campo.

As características avaliadas foram a altura total da planta (cm); diâmetro do caule (mm); comprimento do caule até o primeiro par de folhas (cm); estiolamento - altura da parte aérea do primeiro par de folhas até o ápice da planta (cm); número de folhas; largura e comprimento do primeiro par de folhas (cm). As mensurações foram realizadas com paquímetro e régua manual sendo realizadas 6 avaliações ao longo do período de formação das mudas, com intervalos de 15 dias.

Os dados coletados na sexta avaliação foram submetidos ao teste de médias, análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de significância, através do software SISVAR, versão 5.3 (FERREIRA, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

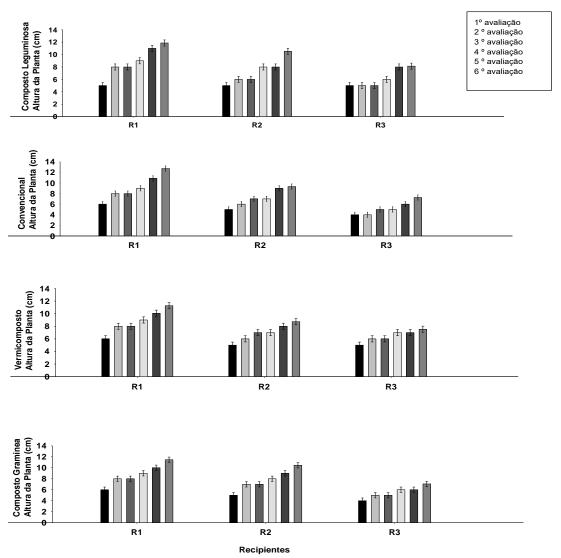
Foi observado efeito significativo ($p \le 0.05$) com relação aos recipientes estudados no desenvolvimento das mudas de café. As mudas produzidas no recipiente de menor capacidade volumétrica, tubete de 120 cm³, apresentaram as menores médias para a maioria dos parâmetros avaliados (Figura 1).

O substrato com leguminosa juntamente com o comercial, apresentaram médias superiores às obtidas pelo substrato convencional, que geralmente é o mais utilizado pelos viveiristas. Esse resultado pode estar relacionado à fertilidade natural dos substratos, em que o substrato convencional apresenta menores níveis de vários nutrientes e também podem estar relacionadas às suas características físicas. Nesse sentido, Kämpf (2002), não recomenda a utilização de solo mineral (principalmente argiloso), em recipientes com menos de 500 cm³ de capacidade volumétrica, em razão de motivos sanitários, mas,

principalmente, decorrente das características físicas relacionadas à densidade, aeração e retenção de água por este tipo de substrato.

A estimativa de crescimento expresso em altura da planta apresentou tendência crescente nos diferentes substratos (Figura 1).

Figura 1. Altura das mudas de cafeeiro conilon no decorrer das avaliações nos diferentes tratamentos, com os recipientes: R1 - sacola; R2 - tubete 280cm³; R3 - tubete 120cm³; com diferentes substratos: S1 - composto orgânico com leguminosa; S2 - convencional; S3 - vermicomposto; S4 - composto orgânico com gramíneas. Barras verticais indicam o erro padrão da média n = 15



Fonte: Elaborado pelos autores.

A altura das plantas, também foi influenciada pelos diferentes recipientes estudados na produção das mudas de café, sendo que, ao se aumentar a capacidade do recipiente, foi observado aumento da altura das plantas. Também foi observado que a altura das mudas de café conilon formadas em sacolas plásticas superaram aquelas formadas em tubetes de 120 cm³ em todos os substratos estudados, sendo evidenciada esta superioridade no decorrer das avaliações.

Foi observado, na última avaliação, que as mudas desenvolvidas no recipiente de sacola com substrato convencional apresentaram os maiores desenvolvimentos, sendo superiores aos demais substratos, chegando a 12,73 cm de altura (Tabela 1). Nos substratos orgânicos, os desenvolvimentos das mudas não diferiram estatisticamente entre si, com médias de 11,26; 11,46 e 11,86 cm nos substratos vermicomposto, composto com gramíneas e com leguminosas, respectivamente.

Tabela 1 - Altura da planta de cafeeiro conilon, na sexta avaliação, nos diferentes tratamentos com os recipientes R1 - sacola; R2 - tubete 280cm³; R3 - tubete 120cm³ e diferentes substratos S1 - composto orgânico com leguminosa; S2 - convencional; S3 - vermicomposto; S4 - composto orgânico com gramíneas. n = 15

Substrato	Recipientes			
	Sacola R1	Tubete R2	Tubete R3	
S1-Leguminosas	11,86 Ba	10,53 Aa	8,13 Ab	
S2-Convencional	12,73 Aa	9,33 Bb	7,26 Ac	
S3-Vermicomposto	11,26 Ba	8,73 Bb	7,53 Ab	
S4-Gramíneas	11,46 Ba	10,46 Aa	7,06 Ab	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si (Tukey ≤ 0.05).

Fonte: Elaborado pelos autores.

No tubete de 280 cm³, foi observado que os substratos composto de leguminosa e o com gramínea proporcionaram os maiores desenvolvimentos, sendo superiores aos demais recipientes, com médias de 10,53 e 10,46 cm, respectivamente. No recipiente tubete de 120cm³ o desenvolvimento das mudas não diferiu nos diferentes substratos estudados.

Os maiores desenvolvimentos foram observados nos recipientes de maiores volumes, sacola plástica, em todos os substratos estudados, mas não diferindo estatisticamente do desenvolvimento proporcionado no tubete de 280 cm³ com os substratos de leguminosa e

o de gramínea. Os menores desenvolvimentos foram observados no recipiente de menor capacidade volumétrica, tubete de 120cm³. De modo geral, experimentos realizados com diferentes tamanhos de recipientes na produção de mudas, não só de cafeeiro, mas também de espécies florestais e frutíferas, obtiveram melhores desenvolvimentos em recipientes de maiores volumes (CAMPOS, 2002; CUNHA *et al.*, 2002; VALLONE, 2003; GIRARDI *et al.*, 2005).

Com relação a efeitos dos recipientes dentro de cada época de avaliação, foram observados efeitos significativos apenas nas duas últimas épocas (5° e 6° avaliação), isto também evidencia que os recipientes interferem no desenvolvimento das plantas na fase final de formação de mudas, pois nas primeiras avaliações não foram verificadas diferenças significativas e, após a terceira avaliação esse efeito foi evidenciado. Foi observado que as mudas provenientes dos recipientes de sacolas de polietileno e tubete de 280 cm³, apresentaram desenvolvimentos semelhantes até a última avaliação e foram superiores às mudas provenientes de tubetes de 120 cm³. Silva *et al.* (2010), também observaram que a altura de mudas de café conilon, formadas em sacolas plásticas superaram aquelas formadas em tubetes de 120 cm³.

Os resultados obtidos no substrato com vermicomposto e com gramíneas estão de acordo com os apresentados por Vallone *et al.* (2010), que também utilizaram, como fonte alternativa, material orgânico. Foi observado que os desenvolvimentos das mudas de cafeeiro, nos diferentes tratamentos, apresentaram comportamentos semelhantes, porém em diferentes dimensões de recipientes.

Com o uso da fonte de matéria orgânica de húmus de minhoca, Andrade Neto *et al.* (1999) encontraram o mesmo resultado comparado ao produto convencional. Da mesma forma, Dias *et al.* (2009), ao adicionarem 40% de cama de peru ao substrato convencional, constataram favorecimento no desenvolvimento das mudas do cafeeiro, enquanto que o esterco bovino, independente de sua proporção, prejudicou o desenvolvimento das mudas. Entretanto, Cunha *et al.* (2002), relatam que o melhor substrato a ser usado para produção de mudas de café em tubetes e sacola plástica foi o substrato com esterco bovino.

Cada composto orgânico, em função de suas características e doses, expressa

diferentemente seu potencial de fornecimento de nutrientes às mudas de café, podendo ou não ser boa fonte de um determinado nutriente para as plantas. Foi observado que todas as características de crescimento avaliadas, apresentaram desempenho semelhante ou superior quando comparado ao substrato convencional, e que este comportamento pode ser explicado pelas diferenças físicas e químicas entre os substratos.

A altura da planta varia em razão do volume e da granulometria do substrato, pois, quanto maior o recipiente maior a altura da planta. A altura da planta e o número de pares de folhas são variáveis a serem utilizadas para definir o manejo das mudas em condições de viveiro, como a transferência, aclimatação e transplantio no campo (TAVARES JÚNIOR, 2004). Cunha *et al.* (2002) afirmaram que o número médio de pares de folhas verdadeiras pode ser influenciado pelos fatores substrato e recipiente e pela interação entre esses dois fatores.

Segundo Andrade Neto *et al.* (1999), o substrato convencional proporcionou desenvolvimento inferior ao esterco de curral em dosagem acima de 50%, sendo que estercos com altas concentrações de nutrientes, como base do substrato, mesmo que curtido, podem não promover um adequado desenvolvimento das mudas, dependendo da forma como for usado (SILVA Jr. & GIORGI, 1993).

Os resultados obtidos neste experimento contrapõem à maioria dos resultados de literaturas já existentes nesta área, onde normalmente não se observam diferenças significativas entre os substratos utilizados na fase de formação de mudas. Foi observado que nos substratos estudados, principalmente o convencional, apresenta diferenças marcantes, sobretudo física, decorrente de uma maior compactação, que pode ser responsável por esta diferença no comportamento das plantas.

O substrato convencional proporcionou o menor desenvolvimento das mudas na fase de viveiro, resultado já esperado, visto que vários autores não recomendam substratos contendo solo mineral em recipientes de volume reduzido, principalmente por limitar a porosidade e aumentar a densidade do substrato, dificultando o desenvolvimento do sistema radicular (KÄMPF, 2002).

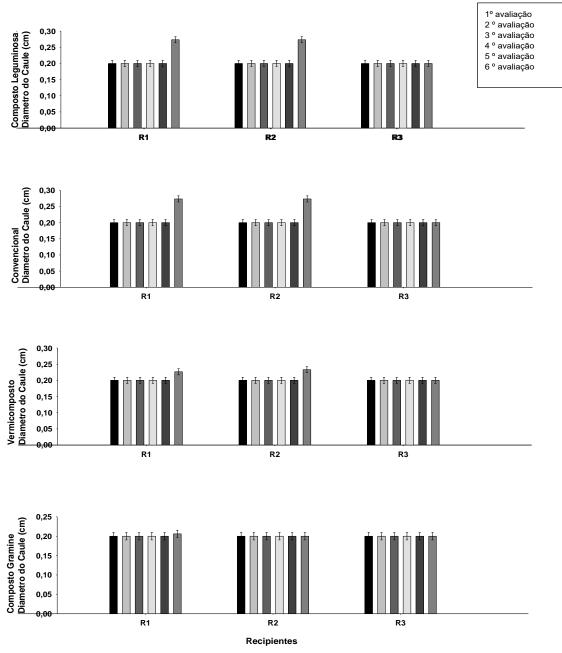
Não foram observadas diferenças no desenvolvimento de plantas em função do substrato utilizado, pois essa característica parece ser pouco sensível a variações no substrato (NEVES *et al.*, 2005). Entretanto, a altura de cafeeiros, neste experimento, foi influenciada pelos substratos utilizados na produção das mudas.

Em relação em diâmetro do caule, foi observado efeito significativo entre os tratamentos estudados (Figura 2). Foi observado que o substrato convencional no recipiente de maior capacidade volumétrica, proporcionou os maiores desenvolvimentos em diâmetro do caule nas mudas de café, nos quais as médias foram de 0,20 cm na primeira avaliação e de 0,28 cm na sexta avaliação.

Segundo Dias e Melo (2009), as plantas que cresceram com maior volume de substrato apresentaram maior diâmetro e têm, a sua disposição, uma quantidade superior de reserva (carboidrato) para ser metabolizado na fase de crescimento inicial no campo, após transplantio.

Plantas com diâmetro maior são desejáveis, uma vez que a taxa fotossintética é nula no período subsequente ao transplantio, devido ao estresse sofrido após o plantio. Assim plantas com diâmetro mais espesso (mais reserva de carboidratos), são desejáveis, uma vez que têm maior probabilidade de sobreviver, diminuindo o replantio e, consequentemente, diminuindo o custo de produção. Essas plantas podem reiniciar seus crescimentos em menores períodos de tempo, desde que não haja limitação hídrica, aproveitando a estação chuvosa.

Figura 2 - Diâmetro do caule de mudas de cafeeiro conilon no decorrer das avaliações nos diferentes tratamentos com os recipientes R1 - sacola; R2 – tubete 280 cm³; R3 – tubete 120cm³; com diferentes substratos S1 - composto orgânico com leguminosa; S2 - convencional; S3 - vermicomposto; S4 - composto orgânico com gramíneas. Barras verticais indicam o erro padrão da média. n = 15



Fonte: Elaborado pelos autores.

Foi observado efeito significativo no desenvolvimento das mudas em relação aos

tratamentos estudados na sexta avaliação (Tabela 2), sendo que os substratos à base de leguminosa e o convencional proporcionaram os maiores diâmetros do caule no recipiente sacola e tubete de 280cm³, sendo superiores aos demais substratos, que não diferiram entre si. No recipiente tubete de 120 cm³ não foram observadas diferenças estatísticas entre os substratos estudados no parâmetro diâmetro do caule.

Tabela 2 - Diâmetro do caule, até o primeiro par de folhas de mudas de cafeeiro conilon, na sexta avaliação, nos diferentes tratamentos com os recipientes R1 - sacola; R2 – tubete $280~\rm cm^3$; R3 - tubete $120\rm cm^3$ e diferentes substratos S1 - composto orgânico com leguminosa; S2 - convencional; S3 - vermicomposto; S4 - composto orgânico com gramíneas. n=15

Substratos	Recipientes			
_	Sacola (R1)	Tubete (R2)	Tubete (R3)	
S1-Leguminosas	0,27 Aa	0,27 Aa	0,20 Ab	
S2-Convencional	0,27 Aa	0,27 Aa	0,20 Ab	
S3-Vermicomposto	0,23 Ba	0,22 Ba	0,20 Ab	
S4-Gramíneas	0,20 Ba	0,20 Ba	0,20 Aa	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si (Tukey \leq 0,05).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Foi observado que todos os substratos proporcionaram os maiores desenvolvimentos nos recipientes sacola e tubete de 280 cm³, sendo superiores ao tubete de 120 cm³, exceto para o substrato a base de gramíneas que não foi observado diferenças significativas entre os recipientes estudados (Tabela 2). A relação de menor volume de substrato nos recipientes é um fator limitante para o desenvolvimento das mudas, onde a planta tem pouca disponibilidade de nutrientes em relação às plantas que estão situadas em recipientes de maior volume de substrato.

A planta que tem onde extrair maior volume de nutrientes, constitui maior índice de área foliar, aumentando as taxas fotossintéticas (produção de carboidratos) e, consequentemente, tornando o caule mais espesso em relação às plantas em recipiente de menor volume (KÄMPF, 2002). Fagundes & Fialho (1986) ressaltam outras vantagens

como a formação do sistema radicular sem enovelamento e um crescimento inicial acelerado das mudas. Por outro lado, o pequeno volume de substrato exige a aplicação de doses concentradas de nutrientes (NEVES *et al.*, 1990).

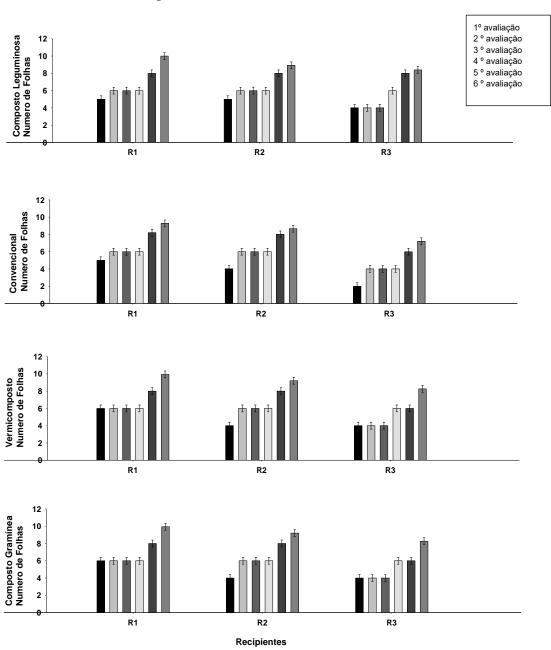
Estudando diversas doses de húmus de minhoca, esterco de curral e composto orgânico na composição do substrato utilizado para a obtenção de mudas de cafeeiro, Theodoro *et al.* (1997), observaram que quando o húmus de minhoca foi utilizado na mesma dose do esterco de curral, não ocorreram variações significativas nos parâmetros avaliados e, portanto, não houve variação na qualidade das mudas obtidas.

Foi observado efeito significativo para o número de folhas, onde o recipiente sacola proporcionou as melhores médias, que foram de 5 folhas na primeira avaliação e de 9,7 folhas na sexta avaliação, proporcionando cinco pares de folhas, enquanto que nos outros recipientes as médias não diferiram estatisticamente entre si. Na primeira avaliação, foram observadas 4 folhas para ambos recipientes de capacidade volumétrica menor e na sexta avaliação as médias foram de 7,81 folhas, não diferindo estatisticamente do tratamento sacola, totalizando em média quatro pares de folhas (Figura 3).

O número médio de pares de folhas pode ser influenciado pelos fatores substrato, recipiente e pela sua interação (CUNHA *et al.*, 2002). Tavares Júnior (2004), por sua vez, ressalta que o número de pares de folhas varia em razão do volume e da granulometria do substrato, pois, quanto maior o recipiente, maior o número de pares de folhas. O autor destaca ainda que, o número de pares de folhas é uma variável a ser utilizada para definir o manejo das mudas em condições de viveiro, como a transferência, aclimatação e transplantio no campo.

Estes resultados corroboram com dados da literatura, nos quais foram verificados que o menor desempenho inicial, de mudas oriundas de recipientes de menores capacidades volumétricas podem reduzir o desenvolvimento não só durante a fase de viveiro, mas também após o transplante no campo. Segundo Kämpf (2002), este fator está relacionado ao volume de substrato no recipiente, onde a raiz entra em detrimento com a parte aérea, reduzindo significativamente o seu desenvolvimento.

Figura 3 - Número de folhas das mudas de cafeeiro conilon no decorrer das avaliações nos diferentes tratamentos com os recipientes R1 - sacola; R2 – tubete 280 cm³; R3 – tubete 120 cm³; com diferentes substratos S1 - composto orgânico com leguminosa; S2 - convencional; S3 - vermicomposto; S4 - composto orgânico com gramíneas. Barras verticais indicam o erro padrão da média. n = 15



Fonte: Elaborado pelos autores.

No substrato convencional foi observado um menor crescimento dos pares de folhas, no

qual foi quantificado um par de folhas a menos em relação aos substratos orgânicos estudados. As médias foram de 5 folhas na primeira e de 8,37 folhas na sexta avaliação.

Este comportamento está associado ao volume de substrato e recipiente utilizado, em que quanto maior o recipiente, maior o número de folhas por cafeeiro (Tabela 3). Foi verificado que o número de pares de folhas foi a característica que sofreu a maior influência dos recipientes utilizados na produção das mudas.

Tabela 3 - Número de folhas nas mudas de cafeeiro conilon, na sexta avaliação, nos diferentes tratamentos com os recipientes R1 - sacola; R2 - tubete 280 cm³; R3 - tubete 120 cm³ e diferentes substratos S1 - composto orgânico com leguminosa; S2 - convencional; S3 - vermicomposto; S4 - composto orgânico com gramíneas. n = 15

Substratos	Recipientes			
	Sacola (R1)	Tubete (R2)	Tubete (R3)	
S1-Leguminosas	10,00 Aa	8,93 Bb	8,40 Ab	
S2-Convencional	9,26 Aa	8,66 Ba	7,20 Bb	
S3-Vermicomposto	9,93 Aa	9,20 Aa	8,26 Ab	
S4-Gramíneas	9,60 Aa	8,73 Ba	7,40 Bb	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si (Tukey ≤ 0.05).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na avaliação dos substratos em cada recipiente, foi observado que na sacola os substratos proporcionaram desenvolvimentos semelhantes, e não diferindo entre si quanto ao número de folhas. No tubete de 280 cm³, o substrato vermicomposto proporcionou o maior desenvolvimento, sendo superior aos demais tratamentos que não diferiram entre si. Os substratos a base de leguminosas e o vermicomposto proporcionaram desenvolvimentos superiores no recipiente tubete de 120 cm³, superiores aos demais tratamentos, que não diferiram estatisticamente entre si.

Esse efeito pode ser explicado pelo fato de se tratarem de substratos de natureza muito diferentes, tanto nas características químicas quanto físicas. No geral, o substrato convencional foi responsável pelo menor desenvolvimento das mudas na fase de viveiro, resultado já esperado, visto que este substrato não é recomendado por conter solo mineral

em recipientes de volume reduzidos, por questões sanitárias, mas, principalmente por reduzir a porosidade e aumentar a densidade do substrato, dificultando o desenvolvimento do sistema radicular (KÄMPF, 2002).

Estudos comprovam que substratos de vermicomposto são realmente eficazes na produção de mudas de cafeeiro e que os substratos obtidos por diferentes fontes de matéria orgânica, destacam-se positivamente. Sua riqueza em microorganismos facilita a assimilação dos nutrientes pelas raízes, apresentado um pH próximo de 7,0, o que pode ser um indicativo de sua superioridade.

Da mesma forma, Dias *et al.* (2009), ao adicionarem 40% de cama de peru ao substrato artificial, constataram favorecimento no desenvolvimento das mudas do cafeeiro, enquanto que o esterco bovino ao ser acrescido ao substrato artificial, independente de sua proporção, prejudicou o desenvolvimento das mudas.

Foi observado maior número de folhas nas mudas desenvolvidas nos recipientes sacola e tubete de 280 cm³ para todos os substratos estudados, sendo superiores ao desenvolvimento proporcionado no recipiente tubete, exceto para o substrato a base de leguminosa que foi superior no recipiente sacola e não diferindo entre os demais recipientes.

Geralmente, a falta de desenvolvimento satisfatório das mudas está associado ao volume de substrato utilizado em relação ao recipiente na produção de mudas, onde podemos evidenciar que o recipientes de maior capacidade volumétrica podem proporcionar mudas com maior vigor vegetativo. Esta característica está relacionada não só ao volume, mas também como fator primordial na formação do composto orgânico, tais como, os componentes utilizados na sua mistura, ter compostos ricos em nutrientes.

No parâmetro da largura de folhas, foi observado efeito significativo, onde os recipientes de maior capacidade volumétrica sobressaíram em relação aos outros recipientes. Na primeira avaliação foram determinados 2,60 cm no primeiro par de folhas e de 3,67 cm de largura na sexta avaliação no substrato leguminosa (Figura 4).

O recipiente sacola proporcionou melhor desenvolvimento em comparação aos demais

recipientes estudados, este fato pode ser relacionado, mais uma vez, ao seu volume superior aos demais. As mudas apresentaram comprimento das folhas de 2,7 cm na primeira avaliação e de 3,68 cm na sexta avaliação (Figura 5). Segundo Marana *et al*. (2008), o fator limitante para o desenvolvimento das mudas realmente é o volume utilizado nos recipientes.

Vallone *et al.* (2010) relataram que a área foliar é significativamente influenciada pela incorporação de matéria orgânica no substrato, obtendo-se um ponto máximo de crescimento. Quando utilizaram esterco de galinha e moinha de café, observaram um aumento no peso de matéria seca da parte aérea, maior área foliar, com pequenas porcentagens dessas fontes. Este comportamento está associado ao volume de substrato utilizado, em que quanto maior o recipiente, maior foi a largura de folhas determinadas nas mudas de cafeeiro (Tabela 4).

Nos recipientes estudados, não foram observadas diferenças significativas no desenvolvimento de área foliar proporcionados pelos substratos avaliados, entretanto, os substratos proporcionaram maiores desenvolvimentos nos recipientes sacola e tubete de 280 cm³ quando comparados ao desenvolvimento avaliado no recipiente tubete de 120 cm³, exceto para o substrato a base de gramíneas que não foi determinado diferença significativa entre os tamanhos de tubete.

Dias *et al* (2009), relatam que a fonte de material orgânico que favoreceu maior acúmulo de massa foi o húmus de minhoca, principalmente quando adicionado em maiores proporções. O menor desenvolvimento das folhas pode estar relacionado a falta de nutrientes decorrentes do volume de substrato utilizado, fazendo com que a planta entre em estresse e, consequentemente, prejudicando o desenvolvimento da parte aérea.

Figura 4. Largura da folha de mudas de cafeeiro conilon, no decorrer das avaliações, nos diferentes tratamentos com os recipientes R1 - sacola; R2 – tubete 280 cm³; R3 – tubete 120 cm³; com diferentes substratos S1 - composto orgânico com leguminosa; S2 - convencional; S3 - vermicomposto; S4 - composto orgânico com gramíneas. Barras verticais indicam o erro padrão da média. n = 15

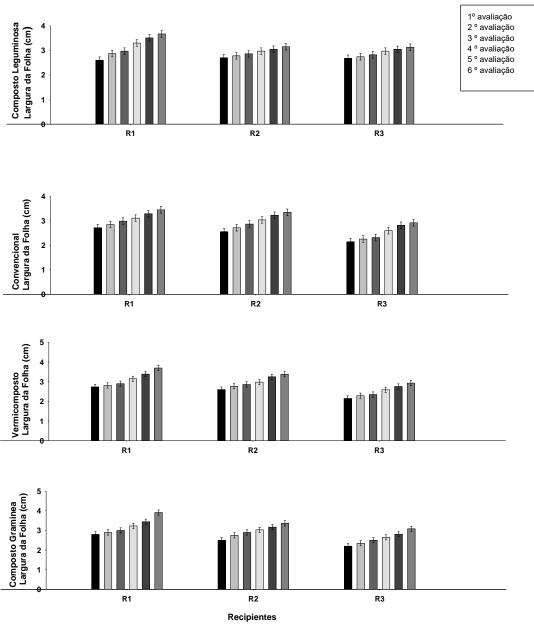


Tabela 4. Largura das folhas de cafeeiro conilon, na sexta avaliação, nos diferentes tratamentos com os recipientes R1 - sacola; R2 - tubete 280 cm³; R3 - tubete 120 cm³ e diferentes substratos S1 - composto orgânico com leguminosa; S2 - convencional; S3 - vermicomposto; S4 - composto orgânico com gramíneas. n = 15.

Substratos	Recipientes					
	Sacola (R1)	Tubete (R2)	Tubete (R3)			
S1-Leguminosas	3,67 Aa	3,15 Aa	3,13 Ab			
S2-Convencional	3,44 Aa	3,39 Aa	2,91 Ab			
S3-Vermicomposto	3,70 Aa	3,38 Aa	2,93 Ab			
S4-Gramíneas	3,91 Aa	3,36 Ab	3,08 Ab			

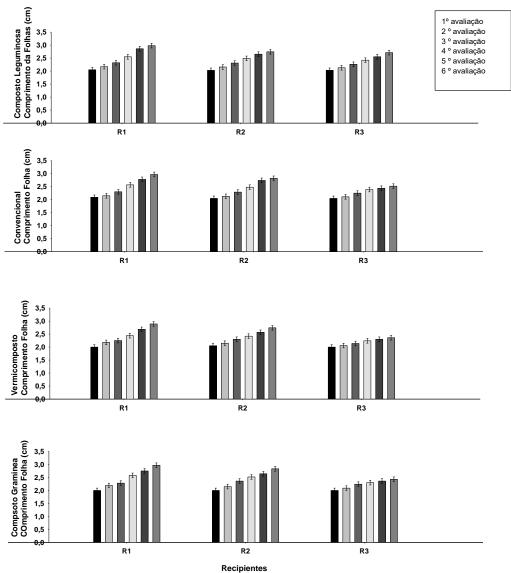
Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si (Tukey ≤ 0.05).

Fonte: Elaborado pelos autores.

O resíduo utilizado na composição do substrato é um fator muito importante, pois a escolha dos materiais certos para a sua composição, a fim de atenderem sua nutrição, influenciará no desenvolvimento de características fundamentais para o bom desenvolvimento das mudas como a altura total, diâmetro do caule, número de folhas, largura e comprimento de folhas.

No comprimento das folhas foram observados resultados semelhantes aos observados no parâmetro largura da folha, onde os recipientes de maior capacidade volumétrica proporcionaram melhores desempenhos para essa característica, nas quais as médias obtidas foram de 2,05 cm na primeira avaliação e de 2,98 cm na sexta avaliação, respectivamente, diferindo dos demais recipientes testados na mesma época de avaliação (Figura 5).

Figura 5 - Comprimento das folhas das mudas de cafeeiro conilon no decorrer das avaliações nos diferentes tratamentos com os recipientes R1 - sacola; R2 - tubete 280 cm³; R3 - tubete 120 cm³; com diferentes substratos S1 - composto orgânico com leguminosa; S2 - convencional; S3 - vermicomposto; S4 - composto orgânico com gramíneas. Barras verticais indicam o erro padrão da média. n = 15



Fonte: Elaborado pelos autores.

Avaliando substratos alternativos para mudas de cafeeiro em tubetes, Andrade Neto *et al.* (1999) verificaram que, de maneira geral, a melhor fonte de matéria orgânica para o adequado desenvolvimento da altura das plantas foi o esterco de curral na proporção de 80%, quando adubado com osmocote, obtendo, em média, plantas com altura de 20,03 cm

no período de formação das mudas em viveiro.

Estudando a torta de filtro na produção de mudas de cafeeiro em sacolas, Santinato *et al.* (1978), concluíram que nas doses entre 17 e 34% no substrato, equipara-se ao desenvolvimento proporcionado pelo esterco de curral nas doses entre 28 a 35%. Ambas as fontes de matéria orgânica apresentaram efeito positivos para o peso da matéria seca e comprimento parte aérea. Os mesmos autores relatam que o uso de substrato com doses acima de 40% de esterco de galinha ou moinha de café provocou uma elevada porcentagem de morte das plântulas estudadas.

O substrato convencional proporcionou um desenvolvimento médio na primeira avaliação de 2,25 cm e de 2,77 cm na sexta avaliação, em comparação com os demais, diferindo estatisticamente do outros substratos testados (Figura 5).

Foi observado que os substratos proporcionaram desenvolvimentos semelhantes, quanto ao comprimento das folhas das mudas de cafeeiro conilon, na sexta avaliação, nos recipientes sacola e tubete de 280 cm³, não apresentando diferenças significativas entre os substratos no mesmo recipiente (Tabela 6). No tubete de 120 cm³, foi observado que os substratos a base de leguminosa e o convencional proporcionaram desenvolvimentos superiores aos demais substratos, mas não diferiram entre si.

Tabela 6. Comprimento das folhas das mudas de cafeeiro conilon, na sexta avaliação, nos diferentes tratamentos com os recipientes R1 - sacola; R2 – tubete 280 cm³; R3 – tubete 120 cm³ e diferentes substratos S1 - composto orgânico com leguminosa; S2 - convencional; S3 - vermicomposto; S4 - composto orgânico com gramíneas. n = 15

Substratos		Recipientes	
	Sacola (R1)	Tubete (R2)	Tubete (R3)
S1-Leguminosas	2,98 Aa	2,74 Ab	2,71 Ab
S2-Convencional	2,97 Aa	2,82 Aa	2,52 Ab
S3-Vermicomposto	2,89 Aa	2,74 Aa	2,36 Bb
S4-Gramíneas	2,97 Aa	2,83 Aa	2,43 Bb

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si (Tukey ≤ 0.05).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os maiores desenvolvimentos de comprimento das folhas foram determinados nos

recipientes de maior capacidade volumétrica, sacola e tubete de 280 cm³, exceto para o substrato a base de leguminosas em que o desenvolvimento determinado no tubete de 280 cm³ não diferiu do desenvolvimento no menor tubete.

Cunha *et al.* (2002), citam que o melhor substrato a ser usado para produção de mudas de café em tubetes é o convencional, seguido do substrato composto a partir de esterco bovino. Andrade Neto (1998), trabalhando com dois tipos de adubação e diferentes fontes de matéria orgânica, constatou que o esterco de curral, na proporção de 80%, adubado com o fertilizante de liberação lenta (osmocote), foi o que apresentou os maiores valores para as características altura da planta, área foliar e matérias secas do sistema radicular e parte aérea, e que estes substratos promoveram os mesmos resultados que o substrato convencional fertilizado.

O vermicomposto, ou húmus de minhoca, é outro substrato promissor e vem sendo estudado especialmente na produção de mudas de espécies florestais (SCHUMACHER *et al.*, 2001; VOGEL *et al.*, 2001), sendo usado também como substrato na produção de mudas de café.

4. CONCLUSÕES

A capacidade volumétrica dos recipientes influenciou na formação das mudas de cafeeiro conilon, sendo que os maiores desenvolvimentos foram proporcionados pela sacola de polietileno, com capacidade volumétrica de 650 cm³, para todos os parâmetros morfoagronômicos avaliados;

Os substratos orgânicos estudados proporcionaram desenvolvimentos satisfatórios e podem ser utilizados como fontes alternativas em substratos para a produção de mudas de cafeeiro conilon.

6. REFERÊNCIAS

- ANDRADE NETO, A. **Avaliação de substratos alternativos e tipos de adubação para produção de mudas de cafeeiro** (*Coffea arabica* L.) em tubetes. 1998. 65 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.
- ANDRADE NETO, A.; MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, P. T. G. Avaliação de substratos alternativos e tipos de adubação para a produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 2, p. 270-280, 1999.
- CAMPOS, K. P. **Desenvolvimento de mudas de cafeeiro** (*Coffea arabica* L.) **produzidas em diferentes substratos, fertilizações e tamanhos de tubetes**. 2002. 90p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.
- CUNHA, R. L.; SOUZA, C. A. S.; ATAUALPA DE ANDRADE NETO, A.; MELO, B. Avaliação de substratos e tamanhos de recipientes na formação de mudas de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.1, p.7-12, 2002.
- DIAS, R.; MELO, B. Proporção de material orgânico no substrato artificial para produção de mudas de cafeeiro em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n.1, p. 144-152, jan./fev. 2009.
- FAGUNDES, N. B.; FIALHO, A. A. Produção de mudas de Eucalyptus.Boletim Técnico do Instituto Florestal, São Paulo, v. 40, n. 1, p. 237-245, 1986.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011.
- GIRARDI, E. A.; MOURAO FILHO, F. A. A.; GRAF, C. C. D.; OLIC, F. B. Vegetative growth of citrus nursery trees related to the container volume. 2005. Disponível em: < https://fruits.edpsciences.org/articles/fruits/abs/2005/02/i5011/i5011.html >.
- GUIMARÃES, P. T. G.; CARVALHO, M. M.; MENDES, A. N. G.; BÁRTHOLO, G. F. Produção de mudas de café: coeficientes técnicos da fase de viveiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 162, p. 5-10, 1989.
- HENRIQUE, P. C.; ALVES, J. D.; DEUNER, S.; GOULART, P. F. P.; LIVRAMENTO, D. E. Aspectos fisiológicos do desenvolvimento de mudas de café cultivadas sob telas de diferentes colorações. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 5, p. 458-465, maio 2011.

- KÄMPF, A. N. O uso de substrato em cultivo protegido no agronegócio brasileiro. In: FURLANI, A. M. C. (Ed.). Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas. Campinas: Instituto Agronômico, 2002. p.1-6. (Documentos IAC, 70).
- MARANA, J. B. MIGLIORANZA, E.; FONSECA, E. P.; KAINUMA, R. H. Índices de qualidade e crescimento de mudas de café produzidas em tubetes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 39-45, 2008.
- MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A. W. R.; ALMEIDA, S. R.; FERNANDES, D. R.. **Cultura do café no Brasil Novo manual de recomendações**. Fundação PROCAFÉ, MAPA/SARC/PROCAFÉ SPAE/DECAF. 438p. 2005.
- NEVES, C. S. V. J.; MEDINA, C. C.; AZEVEDO, M. C. B.; HIGA, A. R.; SIMON, A. Efeitos de substratos e recipientes utilizados na produção de mudas sobre a arquitetura do sistema radicular de árvores de acácia-negra. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.6, p.897-905, 2005.
- NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M.; NOVAIS, R. F. Fertilização mineral de mudas de eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. Relação solo-eucalipto. Viçosa: Folha de Viçosa, 1990. 330 p.
- POZZA, A. A. A.; MARTINEZ, H. E. P.; CAIXETA, S. L.; CARDOSO, A. A.; ZAMBOLIM, L & POZZA, E. A. Influência da nutrição mineral na intensidade da mancha de olho pardo em mudas de cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.1, p.53-60, 2001.
- SANTINATO, R.; OLIVEIRA, J. A.; PINHEIRO, M. R. Estudos preliminares para o aproveitamento de novas fontes de matéria orgânica na produção de mudas e formação do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 6, Ribeirão Preto, 1978. Resumos... Rio de Janeiro, IBC/GERCA, 1978. p.373-376.
- SCHUMACHER, M.V.; CALDEIRA, M. V. W.; OLIVEIRA, E. R. V.; PIROLI, E. L. Influência de vermicomposto na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **Ciência Florestal**, v.11, n.2, p.01-08, 2001.
- SILVA JÚNIOR, A.A, GIORGI, E. Substratos alternativos para a produção de mudas de tomateiro. Florianópolis: **EPAGRI**, 1993. 59p. (Boletim Técnico).
- SILVA, C. J.; SILVA, C. A.; SILVA, R. V.; FREITAS, C. A.; CASTRO, Y.; OLIVEIRA, R. T. Índice de qualidade de Dickson em mudas de cafeeiro, em função de proporções de material orgânico adicionado ao substrato. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 37., 2011, Poços de Caldas. Anais... Poços de Caldas: MAPA/PROCAFÉ, 2011. p. 107-108.

- SILVA, J. I.; VIEIRA, H. D.; VIANA, A.P.; BARROSO, D. G. Desenvolvimento de mudas de Coffea canephora PIERRE ex A. FROEHNER em diferentes combinações de substrato e recipiente. **Coffee Science**, Lavras, v. 5, n. 1, p. 38-48, 2010.
- SOUZA, M. P. S.; COSTA, A. C.; CARREÇO, R. L. B.; LIMA, W. L. A valorização do lixo orgânico no Setor de Agroecologia no Instituto Federal do Espírito Santo Campus de Alegre. Cadernos de Agroecologia, Porto Alegre, v. 8, p. 1-4, 2013.
- TAVARES JÚNIOR, J. E. **Volume e granulometria do substrato na produção de mudas de café**. 2004. 59 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.
- THEODORO, V. C. A.; CARVALHO, J. G.; ASSIS, M. P.; GUIMARÃES, R. J.; SILVA, E. B & FERREIRA, L. Uso do vermicomposto na produção de mudas de cafeeiro (Coffea arabica L.) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 23, Manhuaçu, 1997. Resumos, SDR/PROCAFÉ/PNFC/CBP&Dcafé/DENAC/SEAG-MG, 1997. p.164-166.
- VALLONE, H. S. Produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes com polímero hidroretentor, diferentes substratos e adubações. Lavras: UFLA, 2003. 75p.
- VALLONE, H. S.; GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G. Diferentes recipientes e substrato na produção de mudas de cafeeiros. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 34, n. 1, p. 55-60, 2010.
- VALLONE, H. S.; RUBENS, J. G.; ANTONIO, N. G. M.; CARLOS, A. S. S.; FABIO, P. D.; ALEX, M. C. Recipients and substrates in the production of seedlings and initial development of coffee trees after planting. **Science and Agrotechnology**, v.33 n.5 p. 1327-1335, 2009.
- VOGEL, H. L. M.; SCHUMACHER, M. V.; BARICHELO, L. R.; OLIVEIRA, L. S.; CALDEIRA, M. V. W. Utilização de vermicomposto no crescimento de mudas de Hovenia dulcis Thunberg. **Ciência Florestal**, v.11, n.1, p.21-27, 2001.

CAPÍTULO 11

TÉCNICAS DE AGRICULTURA DE PRECISÃO APLICADAS NA ANÁLISE ESPACIAL DA UMIDADE E DENSIDADE DO SOLO EM UMA ÁREA CULTIVADA COM CAFÉ

Leandro Heitor Rangel
Paulícia Sabatini Vila
Jeferson Luiz Ferrari
João Batista Pavesi Simão
José Francisco Lopes
Paulo Robson Mansor
Otacílio José Passos Rangel
Mário Euclides Pechara Da Costa Jaeggi
Telma Machado de Oliveira Peluzio

1. INTRODUÇÃO

A cafeicultura brasileira é uma das atividades mais importantes do setor agrícola, desempenhando função relevante para o desenvolvimento social e econômico do país. De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2015), a produção nacional de café, no ano de 2015, englobando as espécies *Coffea arábica* L. e *Coffea canephora* Pierre ex Froehner, alcançou o patamar de 44,25 milhões de sacas de café, valor este considerado expressivo.

Dentre os estados federativos brasileiros, o estado do Espírito Santo se destaca como o maior produtor de café conilon e segundo maior produtor de café do país. A produção encontra-se presente em 63 dos seus 78 municípios, gerando cerca de 250 mil empregos diretos e indiretos por ano (PEDEAG, 2008).

Para o sucesso da atividade é fundamental a prática de uma agricultura sustentável baseada no respeito ao meio ambiente, aos interesses econômicos e sociais, e no conhecimento detalhado das características das cultivares de café, do relevo, do clima e do solo (atributos físicos, químicos e biológicos), entre outras (SETTE, 2011). A observação desses fatores e características, como um todo, possibilita a melhor gestão da atividade e a promoção das condições ideais para o crescimento e o desenvolvimento das plantas cultivadas.

Os atributos físicos do solo, por exemplo, são os responsáveis pela disponibilidade e dinâmica da água, do oxigênio, da temperatura e da resistência mecânica à penetração, podendo assim influenciar, direta e indiretamente, o desenvolvimento das plantas e, consequentemente, a produtividade da lavoura cultivada (BERTOL *et al.*, 2001).

Entre esses atributos, a umidade e a densidade do solo, focos deste trabalho, têm um destaque particular nos estudos envolvendo a compactação (PASSOS, GONTIJO, 2008; SILVA *et al.*, 2009). De acordo com estes autores, a umidade e a densidade do solo, pode fazer com que o volume do solo não saturado possa ser mais ou menos reduzido resultante da expulsão de ar dos poros, caso seja aplicada ao solo uma determinada carga excessiva.

Lopes *et al.* (2011) ressaltam que o conhecimento da umidade e da densidade do solo numa lavoura pode ajudar também a entender os ciclos de umedecimento e de secagem do solo, condições fundamentais para o monitoramento e eficiência dos métodos de irrigação.

O conhecimento desses atributos físicos de solo ganha ainda maior importância quando se leva em consideração a variabilidade espacial dos mesmos (OLIVEIRA, 2007), por meio do uso de técnicas de 'Agricultura de Precisão' (MOLIN, 2004; INAMASU *et al.*, 2011), que integra dados de campo com tecnologias de geoprocessamento como o Sistema de Posicionamento Global (GPS), o Sensoriamento Remoto (SR) e os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) (SILVA, 2003; ROSA, 2005). Essas técnicas podem auxiliar os produtores rurais a encontrar variações de solo e avaliar as condições das culturas no campo, facilitando sobremaneira a tomada de decisão.

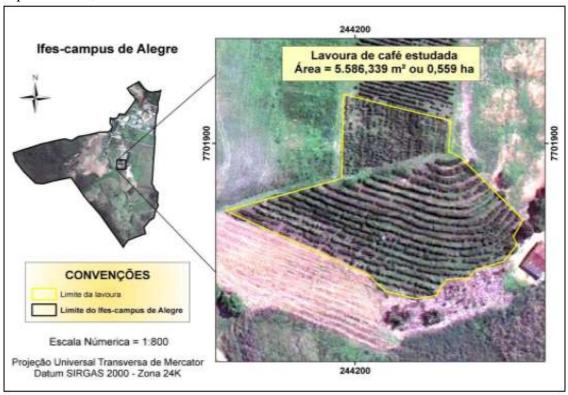
Este trabalho teve como objetivo analisar a distribuição espacial da umidade e densidade do solo, em uma lavoura cultivada com café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner), por meio do uso de técnicas de agricultura de precisão.

2. METODOLOGIA

2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O experimento foi desenvolvido em uma lavoura de café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner), variedade Vitória Incaper 8142, localizada no Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Alegre, município de Alegre, estado do Espírito Santo, Brasil, localizada entre a latitude de 20°45'30" S, longitude de 41°27'23" W e altitude de 136 m (Figura 1).

Figura 1. Localização da área de estudo em relação ao Ifes-Campus de Alegre, Alegre, Espírito Santo, Brasil



O clima da região, segundo a classificação climática de Köppen, é do tipo Aw, com duas estações climáticas bem definidas: verão quente e úmido, e inverno seco. A precipitação média anual é de 1.250 mm e a temperatura média do ar anual é de 26°C. A maior precipitação pluviométrica média ocorre em dezembro (242,2 mm), e a menor em junho 26,7 mm (LIMA *et al.*, 2008).

A lavoura ocupa uma área de 5.586,339 m², composta por plantas de 11, 12 e 13 anos de idade, plantadas no espaçamento de 3 m x 1 m. Na lavoura ,foram realizados os seguintes tratos culturais: roçada manual (realizada uma vez por mês), capina química (realizada uma vez por ano), adubação, calagem, aplicação de agrotóxicos para o controle de pragas e doenças. A área, antes do plantio dessa lavoura, era destinada ao cultivo de pastagem e, posteriormente, à cultura do milho e sorgo.

O solo da área de estudo é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo (BARBOSA *et al.*, 1992), possui textura média e apresenta as seguintes atributos químicos mostrados na Tabela 1, dados estes referentes a profundidade 0 – 30 cm e no ano de 2014.

Tabela 1 - Resultados da análise química do solo na profundidade de 0-30 cm, referente ao ano de 2014

M.O	pН	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	S.B.	C.T.C.	V%
dag/ dm³	unid	mg/	/dm³	cmolc/ dm³			%			
1,63	6,29	51,43	183,33	2,83	0,8	0,78	5,3	4,1	9,4	43,66

Nota: M.O Mat. Orgânica (Oxi-Red.); pH (água – Relação 1: 2,5); P (Mehlich-1); K (Mehlich-1); Ca (KCl-1 mol/L); Mg (KCl-1 mol/L); Al (KCl-1 mol/L); H + Al (Acetato de cálcio); S.B. (Soma de Bases); C.T.C. (Capacidade de Troca Catiônica); V% (Saturação de Bases).

Fonte: Elaborado pelos autores.

3.2 METODOLOGIAS APLICADAS

No período de 27 a 31 de julho de 2015, foi desenvolvido em ambiente computacional (AUTOCAD, 2011) um plano de amostragem de análise de solo, modo georreferenciado, para a referida lavoura de café conilon, considerando uma grade amostral quadrada de 20 m x 20 m (Figura 2). Este plano resultou em 10 (dez) pontos amostrais, considerando a intersecção das linhas na malha. Ressalta-se, que o plano foi feito a partir de uma imagem orbital georreferenciada do sensor Geoeye-1, disponibilizada e capturada do navegador

geográfico *Google Earth* (GOGLE EARTH, 2015). A imagem foi georreferenciada no *Datum World Geodetic System* 84 (WGS 84), e formato de posição Universal Transversa de Mercator (UTM).

As coordenadas UTM desses pontos foram armazenadas e transferidas para um receptor de GPS, por intermédio do uso do programa computacional MapSource (GARMIN, 2010) e, em seguida, usando a função "Goto" do receptor GPS de posicionamento absoluto, foi feita a visitação e a materialização dos 10 pontos na lavoura. Em cada ponto foi aberto uma pequena trincheira e coletadas duas amostras de solo, uma na profundidade de 10-15 cm, e outra, na profundidade de 30-35 cm, totalizando, desta forma, 20 amostras de solo, senda 10 para cada profundidade.

Ponto amostral
Malha de 20 x 20m
Limite da lavoura
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum WGS 84 - Zona 24K

244200

Figura 2. Planejamento da amostragem georreferenciada de solo para a análise da umidade e da densidade do solo na lavoura

Fonte: Elaborado pelos autores.

As trincheiras foram abertas com com o uso de enxada, enxadão e cavadeira de meia boca

e as amostragens foram realizadas sempre na projeção da copa do cafeeiro, nos dias 10 e 18 de agosto de 2015, por meio do uso de anéis metálicos cilíndricos com volume conhecido.

As amostras coletadas de solo foram levadas para o Laboratório de Análise Química e Bromatológica do Instituto Federal do Espírito Santo – Campus de Alegre para a obtenção dos valores de umidade do solo e de densidade do solo, conforme metodologia da Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (EMBRAPA,1997).

Na Figura 3 são ilustrados alguns procedimentos adotados para a obtenção dos valores de umidade e densidade do solo das amostras de solo.

Figura 3. Procedimentos adotados para a amostragem do solo, onde: A = Elaboração do plano amostral; B = Navegação com GPS até os pontos amostrais; C = Abertura das trincheiras; D = Coleta das amostras de solo; E = Secagem; F = Determinação da umidade e densidade do solo



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os resultados encontrados nas análises foram organizados em planilha eletrônica e

analisados estatisticamente no programa computacional 'Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas' (SAEG, 1993). A descrição, análise e interpretação dos resultados foram feitas com base na estatística descritiva, determinando-se o valor mínimo, o valor máximo, a média, o desvio padrão, o coeficiente de variação e o coeficiente de curtose. E foi também realizada a análise de correlação linear, para avaliar o grau de associação dos atributos, nas e entre as duas profundidades.

Foram gerados mapas de distribuição espacial dos atributos do solo, nas duas profundidades, por meio do uso do programa computacional Surfer®8.3 (GOLDEN SOFTWARE, 2005). O padrão de variação espacial foi gerado a partir do interpolador inverso do quadrado da distância (Equação 1).

$$Z^*(x_i y_i) = \frac{\sum_{i=1}^{N} z(x_i y_i) d_{ij}^{-r}}{\sum_{i=1}^{N} d_{ij}^{-r}}$$
Eq.01

Em que, $Z^*(X_iY_i)$ = Valor estimado na posição X_iY_i ; d_{ij} = Distância euclidiana na amostra j ao ponto i da grade, definida pela Equação 2; r = Fator de ponderação da distância.

$$d_{ij} = [(x_i + x_j)^2 + (y_i - y_j)^2]^{1/2}$$
 Eq.02

Os mapas de distribuição espacial dos atributos do solo foram referenciados ao *Datum* SIRGAS 2000, em cumprimento ao Decreto N° 5.334/2005 e à Resolução N° 1/2005 do IBGE, que o estabeleceu como o novo Sistema de Referência Geocêntrico para o Brasil.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 são mostrados os resultados da estatística descritiva para os atributos analisadas do solo. Nota-se que, em média, os valores de umidade do solo foram

ligeiramente maiores na profundidade de 30 - 35 cm, com médias de 18,325 g. g-1 (umidade gravimétrica), e 28,418 g. cm⁻³ (umidade volumétrica).

Tabela 2 - Resumo dos resultados da estatística descritiva para os atributos analisadas do solo: Umidade Gravimétrica (Ug), Umidade Volumétrica (Uv), Densidade (Ds), nas profundidades de 10-15 cm e de 30-35 cm

Valores encontrados na prof. 10 – 15 cm									
Atributos Desvio	Mínimo	Máximo	Média	Atributos Desvio	Coeficiente De variação	Curtose			
Ug (g. g-1)	9, 642	19, 623	14, 508	3, 006	0,207	0, 068			
Uv (g. cm ⁻³)	15, 265	30, 780	23, 041	4, 943	0, 280	0, 308			
Ds (g. cm-3)	1, 435	1,710	1, 589	0, 087	0,050	- 0, 464			
	Valores encontrados na prof. 30 – 35 cm								
Ug (g. g-1)	10, 423	26, 069	18, 325	4, 457	0, 243	0, 068			
Uv (g. cm ⁻³)	16, 293	39, 257	28, 418	0, 662	0, 234	0, 306			
Ds (g. cm-3)	1, 395	1, 666	1, 555	0, 077	0, 049	- 0, 464			

Fonte: Elaborado pelos autores.

Esse comportamento de menor umidade na camada superficial, pode ser explicado pelo fato que, na camada superficial, encontram-se a maior parte das raízes absorventes e os efeitos de evapotranspiração são mais intensos.

Os coeficientes de variação encontrados para as duas umidades de solo, nas duas profundidades, podem ser considerados altos, pois variaram de 20 a 30% (PIMENTEL GOMES, 2009). Valores altos de coeficiente de variação revelam alto nível de variabilidade dos dados, o que, do ponto de vista da Agricultura de Precisão, é um importante indicador para o manejo de sítios específicos.

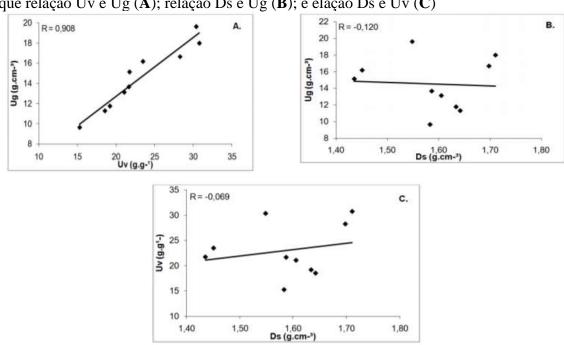
Quando se observam as médias e os desvios-padrões da densidade do solo, nas duas profundidades, constata-se que não houve diferença sendo que, na profundidade de 10-15 cm, foi observado o valor de $1,599\pm0,087$ g.cm⁻³, enquanto que na profundidade de 30-35 cm, o valor foi de $1,555\pm0,077$ g.cm⁻³. Os maiores valores de densidade de solo foram também encontrados na profundidade de 10-15 cm, que alcançou o patamar de 1,710 g.cm⁻³. Estes resultados estão de acordo com Sá e Santos Júnior (2005) e podem

ser considerados elevados de acordo com a EMBRAPA (2006).

Para a EMBRAPA (2006), um solo argiloso que apresenta o valor de densidade de 1,5 g. cm⁻³, já pode ser considerado um solo de elevado grau de compactação. Para Reinert e Reichert (2006), valores de densidade de solo em torno de 1,65 g.cm⁻³, para solos arenosos, e 1,45 g.cm⁻³, para solos argilosos, já podem revelar restrição ao crescimento radicular, sinalizando a ocorrência de processos de compactação do solo.

Na Figura 4, são apresentadas as correlações lineares dos atributos Umidade Gravimétrica (Ug), Umidade Volumétrica (Uv), Densidade (Ds), na profundidade de 10 - 15 cm, enquanto na Figura 5, as correlações lineares dos atributos Ug, Uv e Ds, na profundidade de 30 – 35 cm. Houve correlação linear positiva apenas entre as duas unidades de umidade do solo, nas duas profundidades, ou seja, quando há o aumento da umidade volumétrica (Uv), consequentemente, ocorre o aumento da umidade gravimétrica (Ug), então o aumento de uma está diretamente ligado à outra.

Figura 4. Correlação linear dos atributos Ug, Uv e Ds na profundidade de 10 -15 cm. Em que relação Uv e Ug (**A**); relação Ds e Ug (**B**); e elação Ds e Uv (**C**)



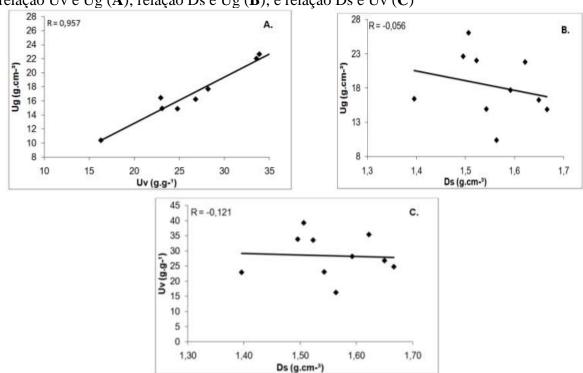


Figura 5. Correlação linear dos atributos na profundidade de 30 – 35 cm. Em que relação Uv e Ug (**A**); relação Ds e Ug (**B**); e relação Ds e Uv (**C**)

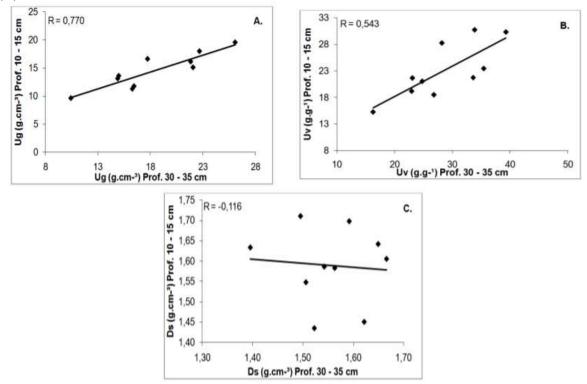
Fonte: Elaborado pelos autores.

Os valores de umidade do solo estão bem próximos à linha de tendência, indicando um grau de correlação bem forte entre os atributos, respectivamente 0, 908 e 0, 956.

Não houve associação positiva nem negativa entre os valores de Ug e Ds, e entre os valores de Uv e Ds, nas duas profundidades. Nota- se que o valor de F não foi significativo. Apesar de não ter havido tais correlações entre essas atributos, é necessário destacar a necessidade da avaliação conjunta dessas atributos, uma vez que a umidade do solo possui relação com a resistência a penetração, outro atributo do solo muito utilizado para indicar a compactação. Oliveira *et al.* (2007) reportam que, em condições de baixa umidade de solo, a densidade do solo e a resistência a penetração, apresentam forte correlação positiva, ao passo que, com o aumento da umidade do solo, a relação entre esses dois atributos tende a apresentar retas de menor inclinação.

Na Figura 6 são apresentadas as correlações lineares dos atributos Ug, Uv e Ds entre as profundidades de 10 - 15 cm e 30 - 35 cm.

Figura 6. Correlação linear dos atributos Ug, Uv e Dentre as profundidades de 10 - 15 cm e 30 - 35 cm. Em que a relação Ug e Ug (**A**); relação Uv e Uv (**B**); e a elação Ds e Ds (C)



Fonte: Elaborado pelos autores.

Constatou-se que houve correlação linear positiva da Ug na profundidade de 10-15 cm em relação a Ug da profundidade de 30-35 cm Figura 6 (A). Quando houve o aumento da umidade do solo na camada superficial, amentou também a umidade do solo na camada subsuperficial. Sendo esta considerada de grau forte, tendo as médias próximas da linha.

Na Figura 6 (B), a correlação entre os atributos Uv, na profundidade de 10-15 e Uv na profundidade de 30-35 cm foi considerada de grau moderado. Sendo algumas médias mais próximas a linha e outras mais distantes. O aumento de uma está diretamente ligado a outra. O mesmo não foi observado na Figura 6 (C), havendo, entre os atributos Ds e Ds correlação linear indireta, não havendo correlação entre os atributos nas camadas 10-15 cm e 30-35 cm.

Nas Figuras 7 e 8 são exibidos os mapas de distribuição espacial dos atributos físicas do solo na área de estudo, interpolados pelo algoritmo Inverso do Quadrado da Distância.

Figura 7. Mapa da distribuição espacial dos atributos físicas do solo sob a lavoura de

café, referente ao intervalo de profundidade de $10-15~\mathrm{cm}$

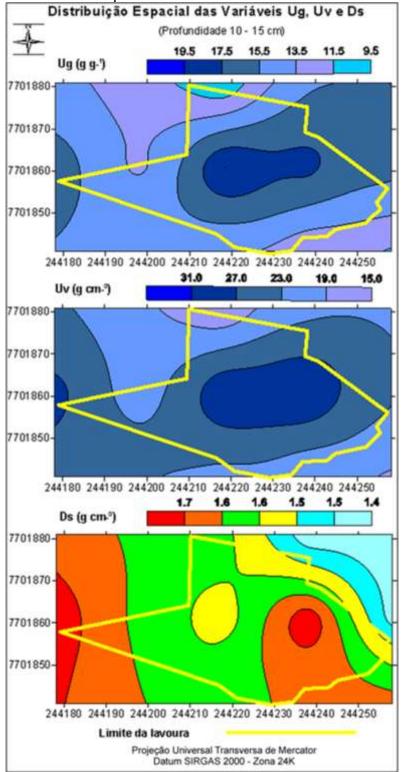
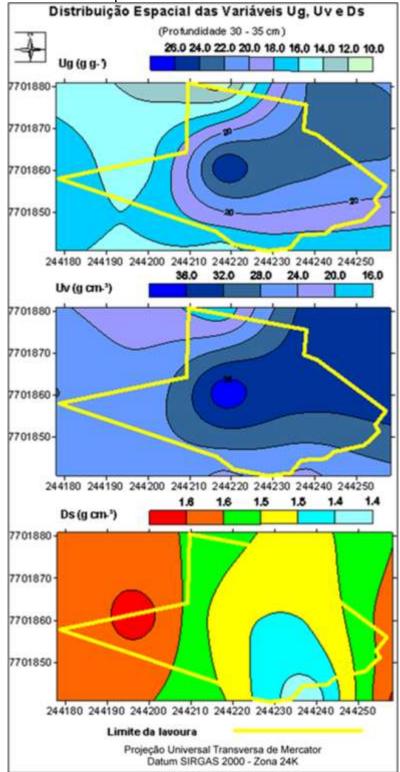


Figura 8. Mapa da distribuição espacial dos atributos físicas do solo sob a lavoura de

café, referente ao intervalo de profundidade de 30 – 35 cm



Quanto mais forte a cor, maior é o valor da variável. A cor azul escura nos mapas de umidade do solo (gravimétrica e volumétrica), por exemplo, mostram as regiões do solo de maior umidade, enquanto que na tonalidade mais clara observa-se menor umidade. Verifica-se que a umidade do solo, nas duas profundidades, foi maior na parte central da lavoura, tanto na umidade gravimétrica (Ug), quanto na umidade volumétrica (Uv).

Segundo Gopal (1974), a deficiência de água no solo apresenta efeitos negativos sobre o sistema radicular do cafeeiro, principalmente sobre as raízes absorventes, limitando a absorção de água e minerais, o crescimento da parte aérea e a produção da planta.

Os mapas mostrados nas Figuras 7 e 8, possibilitaram delimitar várias zonas homogêneas de umidade e densidade de solo, com intervalos maiores.

Nos mapas de distribuição espacial da densidade do solo, os menores valores de densidade do solo são mostrados pela cor azul claro, enquanto que os maiores valores, pela cor vermelha. Analisando-se a densidade do solo (Ds) na profundidade de 10 -15 cm, percebe-se que cores mais avermelhadas representam maiores valores de densidade do solo. Nessas cores vermelhas, a densidade foi acima de 1,6 g.cm-³, o que, de acordo com a EMBRAPA (2006), revela alto grau de compactação. O solo da lavoura estudada é considerado de textura média. Isso revela que, nessas regiões há uma região compactada.

Quando se analisa a densidade do solo (Ds) na profundidade de 30-35 cm, percebe-se que a área compactada concentra-se na parte Oeste da lavoura, e que não houve grandes variações numéricas quando se comparado com a densidade na profundidade de 10-15 cm, mas houve variações de comportamento espacial e as variações que obtivemos é possível observar duas áreas bem distintas.

De acordo com Secco *et al.* (1997), as camadas superficiais apresentam geralmente maior grau de compactação, quando comparadas as camadas mais profundas, pois o preparo e manejo do solo, quando realizados de forma convencional, promovem maiores impactos nestas camadas.

Os resultados encontrados neste trabalho reforçam a vantagem da amostragem georreferenciada e da adoção integrada das tecnologias de geoprocessamento visando o conhecimento da variabilidade espacial dos fatores que influenciam e determinam a produção, porque nem sempre os valores encontrados, em uma amostragem convencional, representam o comportamento da variáveis de estudo, o que está de acordo com Molin, (2004) e Inamasu *et al.* (2011).

5. CONCLUSÃO

Levando-se em consideração as condições do experimento, pode-se concluir que a adoção de técnicas de agricultura de precisão possibilita o reconhecimento de áreas homogêneas com distintas capacidade de retenção de água e de densidade do solo, o que contribui para o aprimoramento do manejo agrícola.

6. REFERÊNCIAS

AUTOCAD®. Software Educacional, versão AutoCAD®2011.

BARBOSA, R.O.; CATEN, A.; DARDENGO, A.; BRAVO, C.M.R.; DALCOMO, J. M.; TULLI, A. M. Caracterização dos solos da Fazenda Caixa D'água da Escola Agrotécnica Federal de Alegre (EAFA) distrito de Rive-Alegre-ES. **Plântula**, v.5, n.1, p. 4-9, 1992.

BERTOL, I.;BEUTLER, J, F.;LEITE, D.; BATISTELA, O. Propriedades Físicas de um Cambissolo Húmico afetadas pelo tipo de manejo do solo. **Scientia Agrícola**, v.58, n.3 p.555-560, Jul./ Set. 2001.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos.** V.2 Safras 2014/15, N. 9 – Nono Levantamento, Brasília, junho/2015. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_06_10_09_24_57_boletim_cafe_junho_2015.pdfboletim_graos_j unho_2015.pdf. Acesso em 10 Out. 2015.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

_____. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de**

- solos. 2.ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2006. 306p. GARMIN. MapSource®, versão 6.16.3. © 2010.
- GOLDEN SOFTWARE. Surfer version 8.3 Surface mapping system. Colorado, Golden Software, Inc, 1 CDROM. 1993-2005.
- GOOGLE EARTH. **Imagem de satélite do sensor orbital Geoeye-1**. Disponível em https://earth.google.com/ >. Acesso: 10 jul.2015.
- LIMA, J. S. S.; SILVA, S. A.; OLIVEIRA, R. B.; CECÍLIO, R. A.; XAVIER, A. C. Variabilidade temporal da precipitação mensal em Alegre—ES. **Revista Ciência Agronômica.** Fortaleza, v. 39, n. 02, p. 327-332, Abr -Jun., 2008 Centro de Ciências Agrárias -Universidade Federal do Ceará.
- INAMASU, R. Y.; NAIME, J. M.; RESENDE, A. V.; BASSOI, L. H.; BERNARDI, A. C. C. **Agricultura de Precisão**: Um Novo Olhar. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação, 2011. 344 p.
- LOPES, E. S.; SAMPIETRO, J. A.; LOMBARDI, K. C.; DIAS, A.N. Avaliação da umidade na compactação do solo submetido ao tráfego de máquinas de colheita florestal. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.3, Edição Especial, p.659-667, 2011 MOLIN, J. P. Agricultura de precisão eseus poucos anos de história. **Revista Campo Aberto**, Edição de maio, p.12-16, 2004.
- OLIVEIRA, R. B. Mapeamento e correlação de atributos do solo e de plantas de café conilon para fins de agricultura de precisão. Universidade Federal do Espírito Santo, Fevereiro de 2007.
- PASSOS, R. R.; GONTIJO, I. Indicadores físicos de qualidade do solo. In: POLANCZYK, R. A. *et al.* **Estudos avançados em produção vegetal**. Vol. II, p. 525-532. 2008.
- PEDAG. Plano estratégico de desenvolvimento da agricultura capixaba. **Novo Pedeag, 2007-2025**. Vitória, ES: Seag, 2008. 284p.
- PIMENTEL –GOMES, F. Curso de Estatística experimental. Piracicaba: FEALQ. Ed. 15. 229 –248. 2009.
- REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. **Propriedades físicas do solo**. Universidade Federal de Santa Maria Centro de Ciências Rurais. Santa Maria, Maio de 2006. ROSA, R. Geotecnologias na geografia aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 16, p. 81 –90, 2005.
- SÁ, M.A.C; SANTOS JUNIOR, J. D. G. Compactação do solo: consequências para o desenvolvimento vegetal. Planaltina: Embrapa-Cerrados, v. 26, 2005.

- SECCO, D.;DAROS, C. O.; FIORIN, J. E.; PAUTZ, C. V.; PASA, L. Efeito de sistemas de manejo nas propriedades físicas de um latossolo vermelho escuro. **Revista Ciência Rural.** Santa Maria, v. 27, p. 35 –48, 1997.
- SETTE, R. S. Gestão da lavoura cafeeira. In: TOMAZ, M. A. *Et al.* **Tecnologias para a sustentabilidade da cafeicultura**. Alegre, ES: CAUFES, p. 2015-, 237, 2011. SILVA, A. B. **Sistemas de informações geo-referenciadas:conceitos e fundamentos.** Campinas, SP: UNICAMP, 2003. 236 p.
- SILVA, J. M.; PASSOS, A. L. R.; BELTRÃO. F. A. S.Análise espacial da densidade, umidade e resistência mecânica do solo a penetração sob sistemas de cultivo. **Engenharia Ambiental**-Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 3, p. 103-118, set./dez.2009.