Cafeicultura no Caparaó:
Resultados de Pesquisas III

Organizadores

João Batista Pavesi Simão
Telma Machado de Oliveira Peluzio
Alex Justino Zacarias
RebysonBissacoGuidinelle
Israel Martins Pereira
Mário Euclides Pechara da Costa Jaeggi
Júlio Cesar GradiceSaluci
João Batista Esteves Peluzio

Cafeicultura no Caparaó:
Resultados de Pesquisas III

Alegre - ES

2019

Cafeicultura no Caparaó: Resultados de Pesquisas III

Ifes-Campus de Alegre
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do EspíritoSanto
Rodovia ES 482, km 47, Cx. Postal-47, Distrito de Rive, Alegre-ES
Telefone: (28) 3552-8131 www.alegre.ifes.edu.br

Capa
João Batista Pavesi Simão
Foto: João Batista PavesiSimão

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

TODOSOSDIREITOSRESERVADOS
Olivroégratuito, podendoserimpresso.Aviolaçãodosdireitos autorais (Lei nº 9.610/98) é crime (art. 184 do Código Penal). Depósito legal na Biblioteca Nacional, conforme Decreto nº 1.825, de20/12/1907.

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 III / João Batista Pavesi Simão...[et al.], organizadores. – Alegre-ES: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, 2019.

148 p.

Inclui bibliografia.
ISBN: 978-85-8263-471-4

1. Indicação Geográfica. 2. *Coffea arabica*. 3. *Coffea canephora*. 4. Café. 5. Território. 6. Qualidade. I. Simão, João Batista Pavesi, 1963-.

CDU: 631

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal do Espírito Santo (IFES): ao 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

No momento em que escrevo esse prefácio me encontro na cidade de Helsinque, Finlândia, onde represento o Conselho Nacional das Instituições da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, o CONIF, na *European VET Skills Week*, evento que reúne atores e instituições de educação profissional e tecnológica de 45 países, notadamente os da união Europeia. Eles querem ouvir sobre experiências de internacionalização na pesquisa, realizadas pelas instituições da Rede Federal.

Pesquisa e inovação são aspectos de uma nova institucionalidade da Rede Federal, assumida após a criação dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, em dezembro de 2008. Não obstante, as unidades anteriores à expansão da Rede[1] já tinham, à época, experiências consolidadas de pesquisa-com-consequência, também conhecida como pesquisa aplicada, ou seja, aquela que gera resultado prático para pessoas, instituições, arranjos produtivos, sociais e culturais locais. É um tipo de pesquisa que impulsiona a produtividade e a competitividade da economia local, com inclusão social, democratização de oportunidades, geração e distribuição de riqueza.

É disso que trata o livro Cafeicultura no Caparaó: Resultados de Pesquisa III. O aprofundamento científico do conhecimento sobre o funcionamento dos elementos essenciais aos sistemas produtivos cafeeiros (fertilidade do solo, tratos culturais, irrigação, fertirrigação, conservação do solo/água, propagação e colheita), produz informações de ordem prática, que se transformam em instruções técnicas e invenções tecnológicas voltadas à melhoria da qualidade das lavouras, estimulando melhores resultados econômicos ao produtor rural e visando à maior sustentabilidade dos sistemas de produção.

O livro trata da cultura do cafeeiro, mas o foco principal está nas pessoas. São centenas de famílias e milhares de pessoas da região do Caparaó que são beneficiadas com os trabalhos do Ifes Campus de Alegre. O resultado é uma revolução socioeconômica local, onde melhora-se a qualidade de vida e o estado de bem-estar social. É o exemplo mais evidente do pleno cumprimento da missão institucional de um Instituto Federal, colaborando efetivamente com a agenda de desenvolvimento do território em que se insere.

A Rede Federal é formada por mais de 650 unidades (ou campi) presentes em mais de 80% das microrregiões do país. Todas elas, em maior ou menor grau de

intensidade, colaboram com a agenda de desenvolvimento de seus respectivos territórios. A expansão da Rede é recente, mas seus resultados serão perenes e fundamentais para o desenvolvimento do Brasil.

A educação e a ciência e tecnologia são os investimentos mais lucrativos de uma nação. Cada centavo investido nessas áreas retorna nas formas de riqueza e prosperidade. A expansão da Rede Federal foi um exemplo de política pública que compreendeu e deu significado a essa verdade. Essa agenda não pode ser descontinuada, sob risco de descarte do futuro de nossos jovens e do nosso povo.

Reverencio o trabalho do Instituto Federal do Espírito Santo, o Ifes, e de todas as Instituições da Rede Federal.

Parabéns aos pesquisadores e técnicos do Ifes Campus de Alegre! O trabalho de vocês me enche de orgulho e alegria!

Nota de rodapé:

[1] O plano de expansão elevou o número de unidades da Rede Federal, entre 2003 e 2014, de 140 para mais de 650, distribuídas por 41 autarquias (38 Institutos Federais, 2 CEFETs e o Colégio Pedro II) e presentes em mais de 80% das microrregiões do país, democratizando as oportunidades de acesso à educação profissional pública, gratuita e de qualidade.

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

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

Israel Martins Pereira
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: israelmartins80@gmail.com

Júlio Cesar Gradice Saluci
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: juliosaluci@gmail.com

Rebyson Bissaco Guidinelle
Universidade Federal do Espírito Santo – Campusde Alegre
Doutorando no Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal
CEP: 29500-000 – Alegre, ES.
Endereço eletrônico: rebysonguidinelle@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

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.

ÍNDICE ANALÍTICO

Capítulo 1

Fontes e localização de fósforo no crescimento de mudas de café catuaí vermelho IAC 44..... 9

Capítulo 2

Fertilidade do solo em lavouras de café arábica e conilon sob manejo consorciado e a pleno sol..... 25

Capítulo 3

Produtividade e rendimento de cultivares de café arábica irrigado em baixa altitude no Sul Capixaba..... 42

Capítulo 4

Biocarvão e água residuária de suinocultura: efeitos no desenvolvimento inicial, nutrição do cafeeiro conilon e alterações em atributos químicos do solo..... 48

Capítulo 5

Efeito da fermentação e armazenamento na emergência de sementes de café arábica..... 65

Capítulo 6

Perdas de nitrogênio e fósforo associado ao escoamento superficial em parcelas experimentais encobertas por lavoura de café conilon..... 76

Capítulo 7

Qualidade de mudas de café arábica produzidas em diferentes recipientes e substratos..... 99

Capítulo 8

Eficiência de diferentes anteparos para a colheita de café arábica em lavoura de montanha..... 106

Capítulo 9

Emergência de plântulas de café arábica à partir de sementes colhidas em diferentes partes da planta e armazenadas em ambiente natural e refrigerado..... 121

Capítulo 10

Avaliação na produção de biomassa e análise econômico-financeiro na implantação de adubos verdes em consórcio com cafeeiro..... 136

CAPÍTULO I

FONTES E LOCALIZAÇÃO DE FÓSFORO NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE CAFÉ CATUAÍ VERMELHO IAC 44

Sandy Queiroz Espinoso
João Batista Pavesi Simão
João Batista Esteves Peluzio
Otacilio José Passos Rangel

1. INTRODUÇÃO

Nos solos do Brasil, de certa forma, o P é o elemento que tem mais limitado a produção. Segundo dados de Malavolta (2006), em 90% das análises de solo feitas no país, em um dado intervalo de tempo, encontrou-se baixos teores de P disponível. Tal fato pode ser explicado pelos inúmeros processos biogeoquímicos que alteram sua disponibilidade, como reação com alumínio e ferro presente na solução ou nos minerais do solo (NOVAIS; SMYTH, 1999; WHITELAW, 2000).

O fósforo é um dos nutrientes mais investigados na literatura, sendo imprescindível ao crescimento e à reprodução das plantas. Esse nutriente é constituinte de importantes compostos das células vegetais, os quais incluem os fosfatos presente nas moléculas de açúcares, intermediários da respiração e fotossíntese, e nos fosfolipídios presentes nas membranas vegetais. É também componente de nucleotídeos e usado no metabolismo energético das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2004), que têm seu crescimento dependente da concentração de fósforo na solução do solo. Isso requer que a adubação fosfatada seja aplicada em quantidades maiores do que a exigida pelas plantas, fazendo-se necessário, primeiramente, bloquear os sítios de fixação do P nos coloides do solo (FURTINI NETO et al., 2001; MELO et al., 2005).

Para se recomendar o uso de adubação fosfatada, é importante o conhecimento dos níveis críticos de fósforo no solo, pois variam com a espécie de planta, tipo do solo, período de incubação e a forma de aplicação dos fertilizantes, entre outros. A maior parte dos solos apresentam baixo teor de fósforo e elevada capacidade de adsorção deste nutriente, o que torna nítida a necessidade da definição correta e otimizada das técnicas de aplicação.

Na formação de mudas, um suprimento adequado de P proporciona respostas significativas tanto no crescimento do sistema radicular quanto da parte aérea, fatores básicos para a formação de lavouras cafeeiras (MALAVOLTA, 1980). Sob condições limitantes de P, as mudas normalmente apresentam pequeno desenvolvimento de raízes e de brotações e, em

consequência, é explorado um pequeno volume de solo, o que resulta em acesso restrito à água e nutrientes (STAUFFER; SULEWSKI, 2003).

Por se tratar de uma cultura perene, é imprescindível a utilização de mudas de qualidade, uniformes e com bom desenvolvimento, colaborando, fundamentalmente, na redução da porcentagem de replantio e no bom desenvolvimento e produção da planta a campo (CUNHA et al., 2002; MARCUZZO, et al., 2005; DIAS; MELO, 2009).

Com isso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento de mudas de café arábica sob diferentes fontes e localizações de fósforo em colunas de PVC, bem como o acúmulo dos teores de macro e micronutrientes na planta.

2. METODOLOGIA

2.1. Implantação do experimento

O experimento foi instalado no setor de viveiricultura do Instituto Federal do Espírito Santo - campus de Alegre, localizado no município de Alegre, estado do Espírito Santo, em latitude 20º45’44” Sul, longitude 41º27’43” Oeste e altitude de 134m, no período de agosto de 2015 a março de 2016.

As unidades experimentais foram constituídas de colunas de PVC, formadas por 4 anéis de 15cm de diâmetro, unidos por seu perímetro, sendo um anel superior de 5cm de altura, utilizado para contenção de água de irrigação, e os três demais com 10cm de altura, numerados de 1 a 3, conforme esquema apresentado na Figura 1, que foram preenchidos por solo. As colunas foram revestidas com sacos plásticos perfurados em suas bases, com objetivo de reter o solo, sem impedir eventual percolação de água.

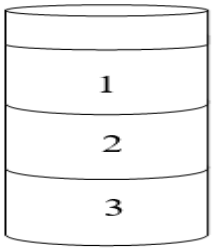


Figura 1 – Representação de cada unidade experimental

O solo utilizado no experimento foi proveniente do Horizonte A de um Latossolo Vermelho-Amarelo de textura argilosa (37% de argila) sob pastagem, com baixo teor de fósforo, coletado no Distrito de Rive, em Alegre, ES.

A partir da análise realizada em laboratório, certificado em programa de qualidade (Tabela 1), que seguiu metodologia preconizada por Raij et al. (2001), o solo seco ao ar foi peneirado em peneira com malha de 2mm e reservado para adição de fertilizantes, de acordo com recomendação descrita por Guimarães et al. (1999) para implantação de lavoura nova.

Para todos os fertilizantes, exceto nitrogênio e potássio, os cálculos consideraram quantidades suficientes para elevar a fertilidade do solo em volumes de 1,7L/anel, correspondendo à soma de 5,1L dos três anéis.

Os fertilizantes nitrogenados e potássicos foram colocados em cobertura, igualmente em todas colunas, sendo uma aos 20 dias após transplante e duas outras, espaçadas de 30 dias, também de acordo com recomendação descrita por Guimarães et al. (1999).

Tabela 1 – Características químicas do solo utilizado para preenchimento das colunas

pH	M.O.	P (Mehlich)	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T
H_2O	dag.kg^{-1}	--- mg.dm^{-3} -----		---------- Cmol.dm^{-3} ----------				
6,1	1,6	3,6	40	4,0	1,2	2,60	5,30	7,90
V		P-rem	S	B	Zn	Mn	Cu	Fe
%		mg.L^{-1}	---------- mg.dm^{-3} ----------					
67		25,1	25	0,3	0,3	22,3	1,0	29

pH: Potencial Hidrogeniônico; M.O.: Matéria Orgânica; P: Fósforo; K: Potássio; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; H + Al: Acidez Potencial; SB: Soma de Bases; T: Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V: Índice de Saturação por Bases; P-rem: Fósforo remanescente: S: Enxofre; B: Boro; Zn: Zinco; Mn: Manganês; Cu: Cobre; Fe: Ferro.
Fonte: Elaborado pelos autores

Após a adição e homogeinização de todos os fertilizantes, 1,77L de solo foi colocado em cada anel com semicompactação, realizada por meio de suaves impactos contra o piso, até preenchimento por completo de cada anel. Todas as colunas preenchidas com solo foram dispostas, aleatoriamente, em espaçamento de 0,5m x 0,5m.

2.2. Descrição dos tratamentos

Os tratamentos consistiram em adicionar três fontes de fósforo em quatro localizações diferentes nas colunas de solo. Os fertilizantes fosfatados foram o superfosfato simples (SS, com 18% de fósforo solúvel em citrato neutro de amônio), fosfato monoamônico

(MAP, com 51% de fósforo solúvel) e fosfato natural reativo Bayóvar (FNR, com 29% de fósforo total e 14% de fósforo solúvel em ácido cítrico).

As localizações foram as seguintes: a) 1-3, referente à distribuição de P_2O_5 nos três anéis; b) 1, todo o P_2O_5 colocado no anel de número 1; c) 2, todo o P_2O_5 colocado no anel de número 2 e d) 3, todo o P_2O_5 colocado no anel de número 3.

Os tratamentos foram identificados, primeiramente, pela fonte de fósforo e depois, pela localização, como segue: SS 1-3, SS 1, SS 2, SS 3, MAP 1-3, MAP 1, MAP 2, MAP 3, FNR 1-3, FNR 1, FNR 2, FNR 3. O ensaio contou, ainda, com o tratamento controle, sem adição de fósforo.

2.3. Obtenção e transplante das mudas de café e condução e colheita do experimento

O experimento foi realizado com mudas de café (*Coffea arabica* L.) da cultivar 'Catuaí Vermelho IAC 44', obtidas no viveiro de mudas do Ifes – campus de Alegre. Aos 55 dias de desenvolvimento, desde o semeio, as plântulas foram retiradas do sistema de produção de mudas na condição de "orelha de onça" e transplantadas com raízes nuas lavadas, para a retirada de resquícios de substrato padrão utilizado no referido viveiro – que segue recomendação de Guimarães et al. (1999).

Duas a duas, as plântulas foram transplantadas para as colunas contendo os tratamentos até a confirmação do pegamento, quando ocorreu a retirada de uma delas, deixando a melhor estabelecida neste novo ambiente.

Após 30 dias do transplantio das mudas para os tubos de PVC, foi realizada pulverização preventiva ao ataque de *Cercospora coffeicola*, utilizando-se o fungicida Cercobim, na proporção de 1,5g para três litros de água e aplicado com pulverizador costal.

Durante oito meses, as plantas foram cultivadas nas colunas dentro do viveiro, sendo que nos primeiros quatro meses houve cobertura com sombrite em 50% e nos quatro meses seguintes, a pleno sol. A irrigação foi realizada de modo a manter o solo em condição de 60% da capacidade de campo.

Após o período de cultivo, as plantas foram cortadas à altura do coleto, sendo as raízes e a parte aérea secas, separadamente, em estufa por 48 horas à temperatura de 65 ºC. As raízes foram previamente lavadas. A massa da matéria seca de ambas as partes de cada planta foi pesada em balança digital, com leituras considerando 2 casas decimais. Além disso, a parte aérea foi enviada para laboratório para avaliar os teores de elementos nutrientes nos tecidos.

2.4. Análises estatísticas

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualisado (DIC), no arranjo fatorial 3x4+1, com três repetições e 39 parcelas, considerando-se: a) 3 fontes de P (fósforo) sendo, Fosfato Natural Reativo (FNR), Super Fosfato Simples (SS) e Fosfato Monoamônico (MAP); b) 4 localizações nos tubos de PVC, sendo em todo o perfil, no primeiro anel, no anel intermediário e no anel inferior e, c) controle, sem adição de fertilizante fosfatado.

Os resultados foram planilhados, processados estatisticamente e apresentados na forma de tabela e figuras. As análises estatísticas consistiram da análise de variância (Apêndice A) e do teste de médias (Duncan, a 5%).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Desenvolvimentos vegetal

A adição de fósforo, de modo geral, trouxe ganhos para o desenvolvimento das plantas, representado pela matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSRA) e matéria seca total (MSTOT), principalmente quando o fósforo foi adicionado nas camadas superiores ou em todo o perfil do solo nas colunas. Também foi verificado que a localização dos fertilizantes aplicados refletiu diferentemente no desenvolvimento vegetal (Tabela 2).

Em todos os casos, o rendimento das plantas foi inferior quando o fósforo foi aplicado somente na camada inferior do solo (20-30 cm). Nessa localização, a massa de matéria seca correspondeu àquela verificada para o controle, sem a adição de fertilizante fosfatado. Isso se deveu à baixa mobilidade do fósforo no solo, uma vez que esse elemento é importante para o crescimento e expansão de raízes e, possivelmente, não foi alcançado pelas mesmas no período de avaliação.

Quando não há fósforo suficientemente necessário no volume de solo a ser explorado pelas raízes, ocorre limitação do desenvolvimento vegetal. A existência de um comportamento diferencial na nutrição fosfatada implica também na existência de uma diferenciação nos mecanismos de absorção, translocação e redistribuição do nutriente, bem como sua utilização nos diversos processos metabólicos, o que irá permitir a planta desenvolver-se adequadamente de acordo com as suas necessidades (CLARKSON; HANSON, 1980).

Um outro ponto a ser discutido é que a relação MSPA/MSTOT foi superior a 50% na maioria dos tratamentos. Os tratamentos em que essa relação foi menor que 50%, consistiram na adição de fertilizantes fosfatados em camadas inferiores e também no controle (Tabela 2). A relação matéria seca da parte aérea muito superior à das raízes pode implicar em limitações no pegamento das mudas a campo, sob eventuais déficits hídricos, gerando falhas no plantio.

Tabela 2 – Valores da matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da raiz (MSRA), matéria seca total (MSTOT) e relação MSPA/MSTOT em função dos tratamentos em café arábica

TRATAMENTO	MSPA	MSRA	MSTOT	MSPA/MSTOT
CTRL	1,00 C	1,63 EF	2,63 C	0,36 C
SS 1-3	15,37 A	6,18 AB	21,54 A	0,70 A
SS 1	16,71 A	7,90 A	24,60 A	0,67 AB
SS 2	6,76 BC	3,99 BCD	10,75 BC	0,55 ABC
SS 3	0,72 C	0,91 F	1,64 C	0,50 ABC
MAP 1-3	12,25 AB	5,60 ABC	17,84 AB	0,66 AB
MAP 1	13,88 A	6,23 AB	20,11 A	0,68 A
MAP 2	4,26 C	3,34 BCDE	7,61 C	0,49 ABC
MAP 3	2,03 C	2,27 DEF	4,30 C	0,42 BC
FNR 1-3	5,15 C	4,59 BCD	9,73 BC	0,50 ABC
FNR 1	12,96 AB	7,28 A	20,23 A	0,64 AB
FNR 2	1,14 C	1,80 EF	2,93 C	0,36 C
FNR 3	2,33 C	2,36 DEF	4,70 C	0,45 ABC

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$). CTRL = Controle; SS 1-3 = Superfosfato Simples em todo o perfil; SS 1 = Superfosfato Simples na parte superior do perfil, SS 2 = Superfosfato Simples na parte intermediária do perfil; SS 3 = Superfosfato Simples na parte inferior do perfil; MAP 1-3 = Fosfato Monoamônio em todo o perfil; MAP 1 = Fosfato Monoamônio na parte superior do perfil, MAP 2 = Fosfato Monoamônio na parte intermediária do perfil; MAP 3 = Fosfato Monoamônio na parte inferior do perfil; FNR 1-3 = Fosfato Natural Reativo em todo o perfil; FNR 1= Fosfato Natural Reativo na parte superior do perfil, FNR 2= Fosfato Natural Reativo na parte intermediária do perfil; FNR 3= Fosfato Natural Reativo na parte inferior do perfil.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os dados numéricos da matéria seca da parte aérea, da raiz e total, apresentados na Tabela 2, podem ser ilustrados nas Figuras 2, 3 e 4 abaixo. O crescimento da parte aérea foi maior quando se aplicou qualquer um dos três adubos nos primeiros 10cm do solo e quando o SS ou o MAP foi distribuído em todo o perfil (Figura 2). Por outro lado, verifica-se o baixo rendimento das plantas quando a localização do fósforo foi na porção intermediária e inferior dos vasos.

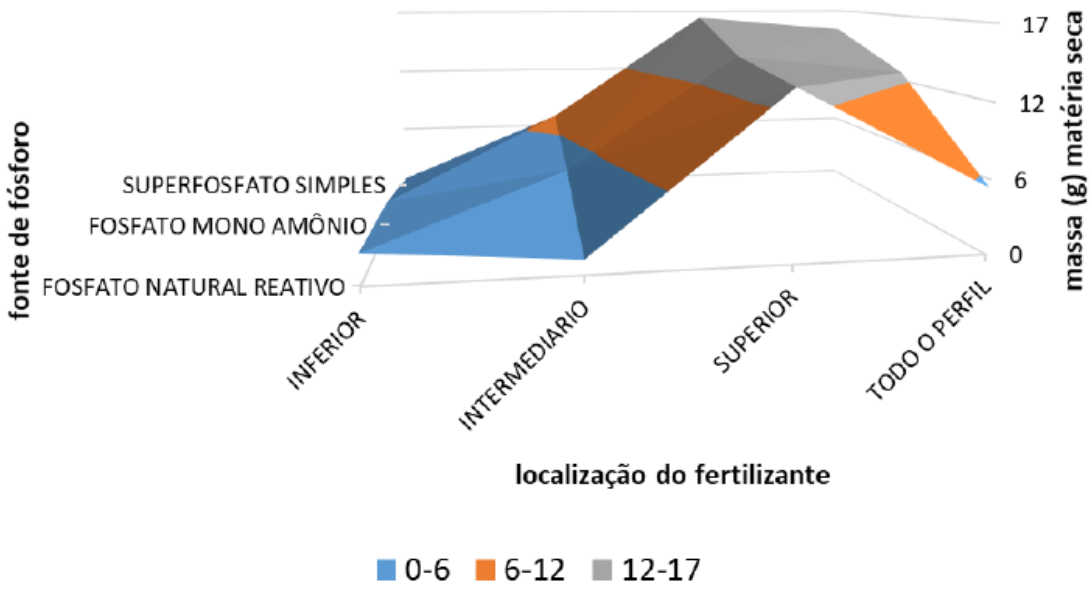


Figura 2 – Matéria seca da parte aérea das plantas de café submetidas à três fontes de fósforo e em quatro localizações nos vasos
Fonte: Elaborado pelos autores.

Não se verificou diferença no desenvolvimento vegetal quando consideradas as diversas fontes de fertilizante, desde que aplicadas a partir da superfície do solo nos vasos, até a profundidade de 10cm. Resultado estatisticamente igual foi encontrado para o superfosfato simples (SS) e o fosfato monoamônio (MAP) aplicados em todo o perfil do solo.

Quando fosfato natural reativo (FNR) foi aplicado em todo o perfil do solo, ocorreu resultado semelhante, quanto ao desenvolvimento da parte aérea, àquele observado quando qualquer um dos fertilizantes foi aplicado na camada inferior, e também no controle. Possivelmente, a diluição do FNR não permitiu bom desenvolvimento das plantas, ainda mais considerando que este era o fertilizante com menor teor de P solúvel na pesquisa. Para esse fertilizante, maior ganho de matéria seca ocorreu com sua localização exclusivamente nos primeiros 10cm do solo.

Um maior crescimento foliar em mudas é desejável, já que as folhas realizam processos de conversão de energia luminosa em energia química (MARENCO e LOPES, 2005; TAIZ e ZEIGER, 2004), essencial para seu crescimento e desenvolvimento.

A partir da Figura 3, percebe-se que quase todos os tratamentos mostraram que a localização de P a partir da superfície, tanto na camada superior quanto em todo o perfil, promoveu maior crescimento radicular. Exceção a essa regra, ocorreu para o FNR em todo o perfil do solo.

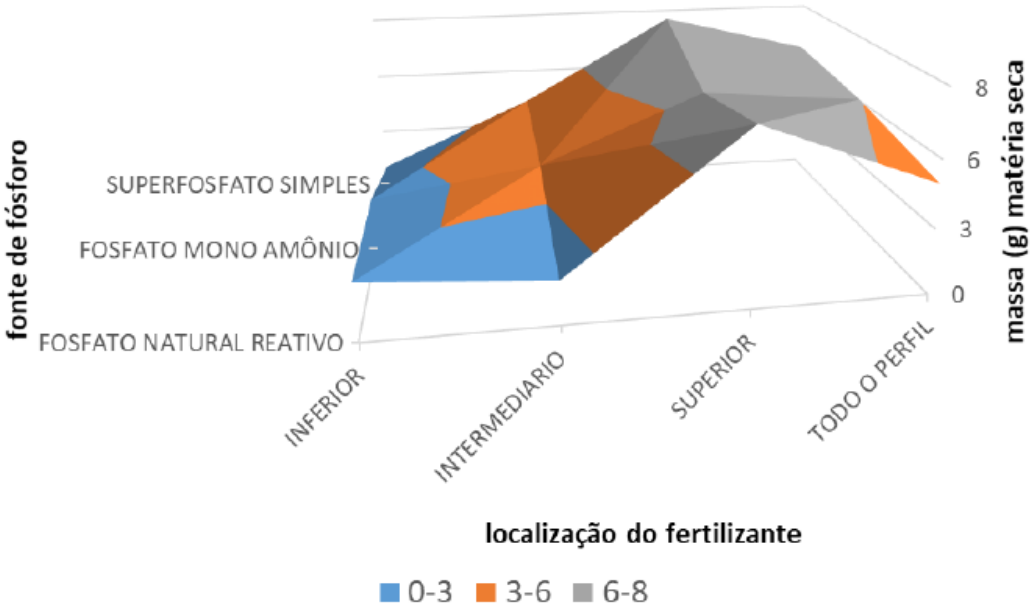


Figura 3 – Matéria seca das raízes das plantas de café submetidas à três fontes de fósforo e em quatro localizações nos vasos

Fonte: Elaborado pelos autores.

Barber (1977) verificou que, quando apenas uma parte do sistema radicular das plantas estava em contato com o fósforo, ocorreu uma compensação na absorção do elemento pela planta. As raízes em contato com o fósforo desenvolveram mais do que a parte que estava isolada. Contudo, a taxa de absorção do fósforo pela planta nessa situação foi sempre superior à taxa de absorção quando colocado o fósforo separadamente. Castilhos e Anghinoni (1983) observaram que o suprimento de fósforo a parcelas do sistema radicular do milho não afetou o crescimento da planta, mas a quantidade total de fósforo encontrada na parte aérea diminuiu quando se reduziu a porção de raízes em contato com o fósforo.

O P proporciona maior desenvolvimento de raízes, pois atua na taxa fotossintética das folhas e, em condições adequadas de suprimento, as folhas produzem mais fotoassimiliados, os quais são redistribuídos para as raízes, onde auxiliam no desenvolvimento, respiração e outras funções como a absorção dos íons (MARSCHNER, 1995). Com isso, na falta de um suprimento adequado de P, a respiração do sistema radicular é afetada, prejudicando o crescimento de raízes e a absorção de nutrientes pelas plantas.

Os resultados também mostram que as fontes de P testadas, quando colocadas na camada superior, proporcionaram maior desenvolvimento das plantas (Figura 4), além de uma relação MSPA/MSTOT mais elevada, enquanto o P colocado nas camadas inferiores,

independentemente das fontes, repercutiu em menor desenvolvimento das plantas e menores valores da relação MSPA/MSTOT. A rápida disponibilização do P para as plantas na fase de produção de mudas é fundamental para a formação do sistema radicular e desenvolvimento vegetativo (FRANCO, 1983).

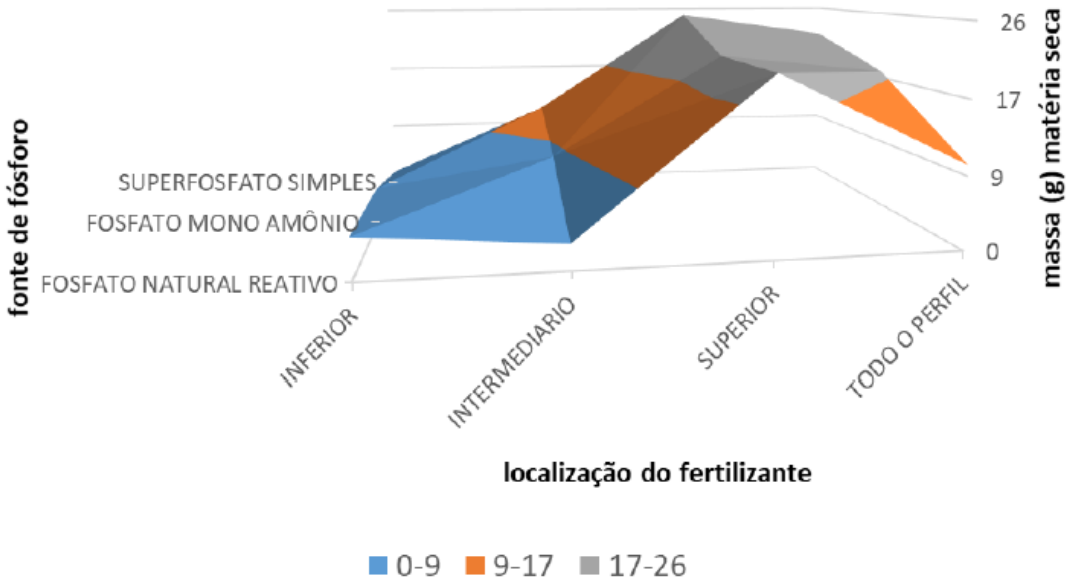


Figura 4 – Matéria seca total das plantas de café submetidas à três fontes de fósforo e em quatro localizações nos vasos

Fonte: Elaborado pelos autores.

A localização junto a raízes de pequenas doses de fosfato solúvel em solos com alta capacidade de adsorção de fósforo é benéfica (FOX & KANG, 1978) e foi demonstrada por Anghinoni & Barber (1980) e Zang & Barber (1992), em ensaios de curta duração em vasos.

A distribuição de raízes no perfil do solo está relacionada com a disponibilidade de nutrientes, principalmente a do fósforo. A aplicação localizada de fósforo reduz a superfície de contato com os constituintes do solo. Entretanto, a fração fertilizada não deve ser muito pequena a ponto de restringir o crescimento radicular pela limitação de água e de nutrientes.

A aplicação localizada de SS e MAP na parte superior dos vasos resultou em respostas superiores à sua aplicação na parte inferior dos vasos, em termos de MSTOT. Em relação ao FNR, o maior contato com o solo proporcionou resposta superior em relação à aplicação localizada dessa fonte de P, quanto à produção de MSTOT. O SS possui P, S e Ca e o MAP possui P e N, que interfere positivamente no desenvolvimento das plantas.

Esse resultado indica que o maior contato com o solo proporcionou aumento na solubilização do FNR e na disponibilidade de P para as plantas (CHIEN & MENON, 1995a, 1995b; Rajan et al., 1996; Oliveira Junior et al., 2008) e, consequentemente, maior absorção do P proveniente do FNR pelas plantas, em razão do maior contato das raízes com o FN (KHASAWNEH & DOLL, 1978).

A eficiência relativa dos fosfatos naturais reativos é superior em plantas com menor demanda de concentração de P na solução do solo, como ocorre com as leguminosas em relação ao café (CHIEN & MENON, 1995b). Esse fato contribui para explicar os resultados observados nas três fontes de fósforo estudadas neste trabalho. Segundo Raij (1991), Prochnow et al. (2004) e Vahl (2004), a menor eficiência agronômica dos fosfatos naturais, mesmo que em dose elevada é atribuída à sua baixa solubilidade em água, o que poderia explicar as diferenças observados entre as fontes de P.

3.2. Acúmulo de nutrientes na parte aérea

O estado nutricional das plantas foi determinado por meio da avaliação do acúmulo médio dos nutrientes na parte aérea. Aumentos do desenvolvimento do cafeeiro provocaram correspondentes aumentos na absorção e acúmulo de nutrientes na maioria dos tratamentos, porém não em todos os casos.

Se por um lado o tipo de fertilizante fosfatado impactou menos no desenvolvimento das plantas que a sua localização, refletido pela matéria seca, com os dados apresentados na Figura 5 é possível relacionar esse desempenho, em parte, à absorção e acúmulo de fósforo.

O acúmulo de fósforo nos tecidos foi maior para os seguintes tratamentos: SS localizado em todo o perfil do solo (6mg), seguido de FNR nos 10cm superiores (5,3mg).

A utilização de MAP não implicou em ganhos no acúmulo desse elemento como para os demais fertilizantes. Quando localizado nos primeiros 10cm do solo, houve acúmulo médio de 4,2mg de P na parte aérea, ao passo que quando adicionado em todo o perfil, esse valor ficou próximo a 4,0mg, distantes, portanto, daqueles verificados para o SS, adicionado principalmente em todo o perfil, para o FNR nos primeiros 10cm do solo. Em suma, nem sempre as plantas que mais se desenvolveram acumularam mais P.

Os menores resultados de acúmulo de P foram verificados no controle e quando o P foi localizado em camadas inferiores, semelhante ao rendimento verificado para a matéria seca. Além de não crescerem na mesma proporção, essas plantas acumularam pouco P nos tecidos. No controle, o acúmulo médio de P foi de 0,19mg.

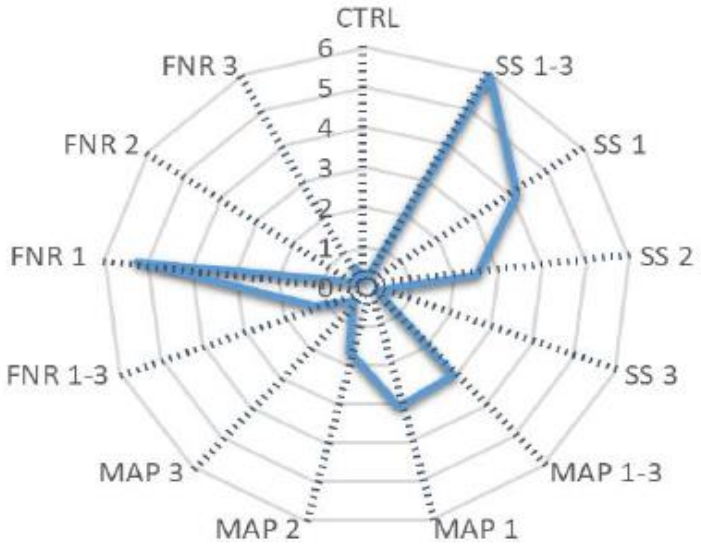


Figura 5 – Acúmulo médio de P (mg) na parte aérea das plantas de café submetidas a três fontes de fósforo e em quatro localizações nos vasos

CTRL = Controle; SS 1-3 = Superfosfato Simples em todo o perfil; SS 1 = Superfosfato Simples na parte superior do perfil, SS 2 = Superfosfato Simples na parte intermediária do perfil; SS 3 = Superfosfato Simples na parte inferior do perfil; MAP 1-3 = Fosfato Monoamônio em todo o perfil; MAP 1 = Fosfato Monoamônio na parte superior do perfil, MAP 2 = Fosfato Monoamônio na parte intermediária do perfil; MAP 3 = Fosfato Monoamônio na parte inferior do perfil; FNR 1-3 = Fosfato Nat. Reativo em todo o perfil; FNR 1= Fosfato Nat. Reativo na parte superior do perfil, FNR 2= Fosfato Natural Reativo na parte intermediária do perfil; FNR 3= Fosfato Nat.Reativo na parte inferior do perfil.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Observa-se que o conteúdo de P acumulado na parte aérea das plantas de café submetidas a três fontes de fósforo foi maior na aplicação de SS em toda a coluna, seguido pelo FNR no anel superior, o que geralmente é relacionado como características de espécies eficientes na absorção de P, sob deficiência deste nutriente (FÖHSE et al., 1988).

A utilização de fontes solúveis de fósforo, tais como os superfosfatos, ocasiona uma disponibilidade imediata desse nutriente no solo, o que leva à sua preferencial utilização nas adubações. Entretanto, estas fontes apresentam maior custo devido ao seu processo de industrialização, além de que grande parte do fósforo estará sujeita à fixação no solo, reduzindo a sua disponibilidade às plantas (LIMA et al., 2007).

Costa et al. (2008), avaliando a resposta de diferentes fontes de fósforo aplicadas em Latossolo Vermelho distrófico utilizando a Brachiaria brizantha como planta indicadora, verificaram que a produção total de massa seca foi mais eficiente com fontes de maior solubilidade, dentre estas SS em todo o vaso e FNR na parte superior.

Na Figura 6 observar-se os acúmulos médios de N, K, Ca, Mg e S na parte aérea das plantas. Observa-se que o conteúdo de N e K são maiores que os demais macronutrientes, uma vez que representam os elementos nutrientes mais exigido pela planta. Para o nitrogênio e o potássio, os acúmulos médios na parte aérea ficaram próximos de 0,5 mg, principalmente para o SS e MAP adicionados nos primeiros 10cm do solo. Comportamento ligeiramente inferior ocorreu com o MAP adicionado em todo o perfil ou em qualquer localização do FNR. Esse resultado está relacionado à rápida passagem do P lábil a não-lábil (NOVAIS & SMYTH, 1999), levando a baixa concentração da solução para ser transportada não distribuindo na coluna, sendo assim, não havendo o crescimento, do sistema radicular, reduzindo a absorção de N e K.

Comparativamente, o acúmulo de N e K nas plantas que tiveram adição de SS na camada intermediária foi superior aos demais fertilizantes fosfatados na mesma posição.

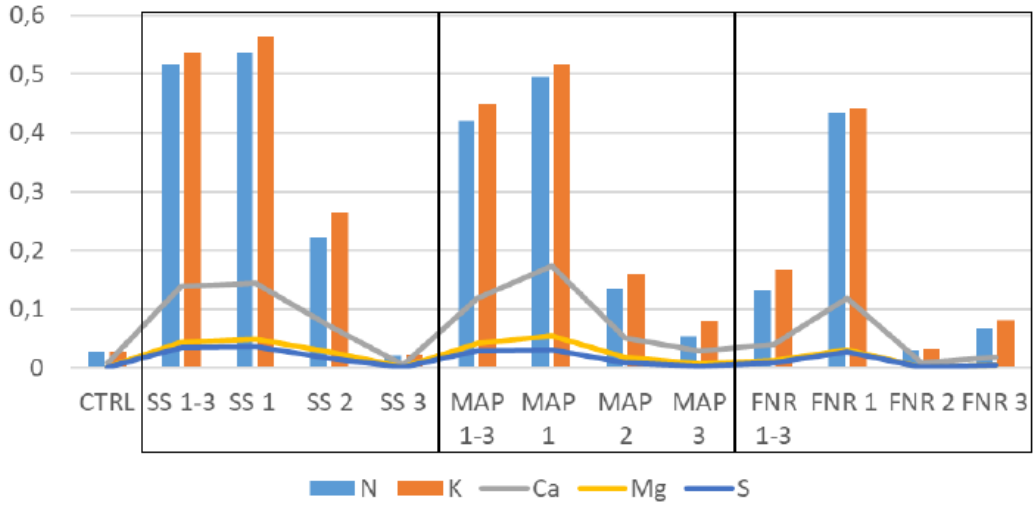


Figura 6 – Acúmulo médio (mg) de N, K, Ca, Mg e S na parte aérea das plantas de café submetidas a três fontes de fósforo e em quatro localizações nos vasos.

CTRL = Controle; SS 1-3 = Superfosfato Simples em todo o perfil; SS 1 = Superfosfato Simples na parte superior do perfil, SS 2 = Superfosfato Simples na parte intermediária do perfil; SS 3 = Superfosfato Simples na parte inferior do perfil; MAP 1-3 = Fosfato Monoamônio em todo o perfil; MAP 1 = Fosfato Monoamônio na parte superior do perfil, MAP 2 = Fosfato Monoamônio na parte intermediária do perfil; MAP 3 = Fosfato Monoamônio na parte inferior do perfil; FNR 1-3 = Fosfato Natural Reativo em todo o perfil; FNR 1= Fosfato Natural Reativo na parte superior do perfil, FNR 2= Fosfato Natural Reativo na parte intermediária do perfil; FNR 3= Fosfato Natural Reativo na parte inferior do perfil.

Fonte: Elaborado pelos autores.

O acúmulo dos macronutrientes na parte aérea das plantas de café seguiram a seguinte ordem de acúmulo: K, N, Ca, Mg, S e P. As colunas que tiveram aplicação de SS

obtiveram melhores resultados para conteúdo de macronutrientes na parte aérea, seguido pelo MAP e FNR aplicados na camada superior.

O acúmulo de micronutrientes seguiu um padrão semelhante ao observado para os macronutrientes, ou seja, houve um acúmulo de micronutrientes proporcional ao desenvolvimento das plantas (Figura 7). O acúmulo de micronutrientes se deu principalmente nas plantas que tiveram o P adicionado nas camadas superiores ou em todo o vaso. Quando o P foi colocado em camada inferior o acúmulo de micronutrientes equivaleu-se a condição do CTRL.

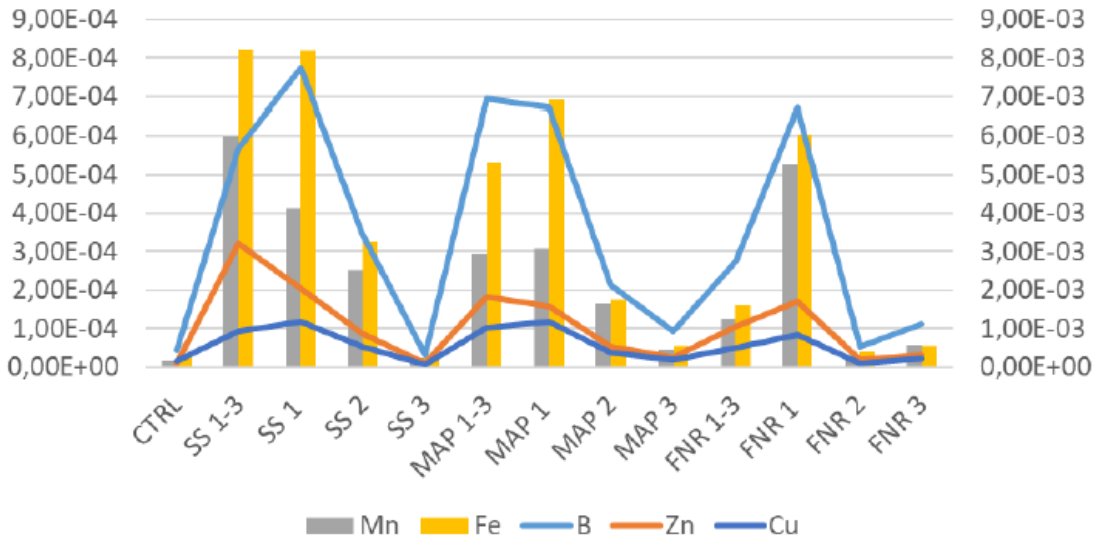


Figura 7 – Acúmulo (mg) médio de Mn, Fe, B, Zn e Cu na parte aérea das plantas de café submetidas a três fontes de fósforo e em quatro localizações nos vasos.

CTRL = Controle; SS 1-3 = Superfosfato Simples em todo o perfil; SS 1 = Superfosfato Simples na parte superior do perfil, SS 2 = Superfosfato Simples na parte intermediária do perfil; SS 3 = Superfosfato Simples na parte inferior do perfil; MAP 1-3 = Fosfato Monoamônio em todo o perfil; MAP 1 = Fosfato Monoamônio na parte superior do perfil, MAP 2 = Fosfato Monoamônio na parte intermediária do perfil; MAP 3 = Fosfato Monoamônio na parte inferior do perfil; FNR 1-3 = Fosfato Natural Reativo em todo o perfil; FNR 1= Fosfato Natural Reativo na parte superior do perfil, FNR 2= Fosfato Natural Reativo na parte intermediária do perfil; FNR 3= Fosfato Natural Reativo na parte inferior do perfil.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Ferro e manganês foram os elementos mais acumulados nas plantas, com valores que chegaram a 8,2g e 6,0g, respectivamente, quando SS foi adicionado em todo o perfil do solo. Na Figura 6, a escala à esquerda refere-se aos elementos B, Zn e Cu, enquanto à da direita a Fe e Mn. As diferenças de ambas escalas são da ordem de 10 vezes.

Cakmak & Marschner (1987) verificaram que, com o aumento dos teores de P na parte aérea, os sintomas de deficiência de Zn se tornaram mais severos, apesar do teor de Zn não decrescer. Isto pode ser explicado por uma diminuição na disponibilidade fisiológica de Zn, ou seja, redução de sua solubilidade e mobilidade causada por uma precipitação de Zn na forma de fosfato de zinco, devido ao acúmulo de P na parte aérea. Com P e Zn pode ocorrer inibição competitiva, onde o aumento de P no solo pode induzir à redução de absorção de Zn, uma vez que ambos competem pelos mesmo sítios de absorção na raiz.

4. CONCLUSÕES

De acordo com as condições experimentais, percebeu-se que a adição de fósforo trouxe ganhos para o desenvolvimento das plantas. Houve diferenças na massa da matéria seca sob diferentes fontes e localizações de fósforo.

Os melhores resultados no desenvolvimento do cafeeiro foram obtidos com as aplicações de superfosfato simples e de fosfato monoamônico nos primeiros dez centímetros do solo e em todo o perfil do solo.

Nos tratamentos em que o fósforo foi aplicado somente em camadas inferiores do solo, houve menor contribuição da matéria seca da parte aérea para a matéria seca total.

O acúmulo de P nos tecidos da parte aérea foi maior para o superfosfato simples em todo o perfil do solo e fosfato natural reativo nos primeiros dez centímetros.

O acúmulo de macronutrientes e micronutrientes obtiveram resultados semelhantes, ou seja, houve um acúmulo proporcional ao desenvolvimento das plantas, principalmente quando o P foi adicionado em toda a coluna e no anel superior.

REFERÊNCIAS

ANGHINONI, I.; BARBER, S.A. Phosphorus influx and growth chacarteristics of corn roots as influenced by phosphorus supply. **Agronomy Journal, Madson**, v.72, n.4, p.685-688, 1980.

CAKMAK, I.; MARSCHNER, H. Mechanism of phosphorus-induced zinc deficiency in cotton. III. Changes in physiological availability of zinc in plants. **Plant Physiology**, v.70, p.13-20, 1987.

CASTILHOS, D. D.; ANGHINONI, I. Eficiência na absorção e disponibilidade de fósforo pelo milho em relação ao método de aplicação do fertilizante ao solo. **AgronomiaSulriograndense**, v. 19, p.43-55, 1983.

CHIEN, S.H.; MENON, R.G. Agronomic evaluation of modified phosphate rock products. IFDC's experience. **Fertilizer Research**, v.41, p.197-209, 1995a.

CHIEN, S.H.; MENON, R.G. Factors affecting the agronomic effectiveness of phosphate rock for direct application. **Fertilizer Research**, v.41, p.227-234, 1995b.

CLARKSON, D. T., HANSON, J. B. The mineral nutrition of higher plants. **Annual Review of Plant physiology**, v. 31, p. 239-298, 1980.

COSTA, S.E.V.G.A.; FURTINI NETO, A.E.; RESENDE, A.V.; SILVA, T.O.; SILVA, T.R. Crescimento e nutrição da Braquiária em função de fontes de fósforo. **Ciência e Agrotecnologia,** Lavras, v.32, n.5, p.1419-1427, 2008.

CUNHA, R. L.; C. A. S.; ANDRADE NETO, A.; MELO, B.; CORRÊA, J. F. 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 a produção de mudas de cafeeiros em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 144-152. 2009.

FÖHSE, D.; CLAASSEN, N.; JUNGK, A Phosphorus efficiency of plants. I. External and internal P requirement and P uptake efficiency of diferente plant species. **Plant and Soil**, The Hague, v. 110, n. 1, p. 101-109, 1988.

FOX, R.L.; KANG, B.T. Influence of phosphorus fertilizer placement and fertilization rate on maize nutrition. **Soil Science**, Baltimore, v. 125, n.1, p.34-40, 1978.

FRANCO, C. M. **Translocação lateral do N, P e K no cafeeiro**, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 10., 1983. Poços de Caldas. Anais... Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1983. p. 1-2.

FURTINI NETO, A.E.; VALE, F.R.; RESENDE, A.V. GUILHERME, L.R.G. GUEDES, G. A. A. **Fertilidade do solo. Universidade Federal de Lavras**. Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, 2001, 252 p.

GUIMARÃES, P.T.G.; ALVARES VENEGAS, V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999. p.217-218.

KHASAWNEH, E.F.; DOLL, E.C The use of phosphate rock for direct application to soils. **Advances in Agronomy**, v.30, p.159-206, 1978.

LIMA, J. S. S.; OLIVEIRA, R. B.; QUARTEZANI, W. Z. Variabilidade espacial de atributos físicos de um solo sob cultivo de pimenta-do-reino. **Engenharia na Agricultura**, v. 15, n. 03, p. 291-298, 2007.

MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição de plantas. São Paulo: **Agronômica Ceres**, 1980. 251 p.

MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica **Ceres**, 2006. 638p.

MARCUZZO, K. V.; MELO, B.; CARVALHO, H. P.; TEODORO, R. E. F.; SEVERINO, G. M.; ALVARENGA, C. B. Desenvolvimento de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em diferentes substratos e doses de fertilizante de liberação gradual. **Bioscience Jornal**, Uberlândia – MG, v. 21, n. 1, p. 57-63, 2005.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Viçosa: UFV, 2005.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2a ed. Academic. London. 889 p. 1995.

MELO, B. **Estudos sobre produção de mudas de cafeeiro Coffea arábica L. em tubetes**. Lavras, UFLA, 1999. 119 p. (Tese Doutorado em Fitotecnia).

MELO, B.; MARCUZZO, K. V.; TEODORO, R. E. F.; CARVALHO, H.P. Fontes e doses de fósforo no desenvolvimento e produção do cafeeiro, em um solo originalmente sob vegetação de cerrado de Patrocínio – MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 2, p. 315-321, 2005.

OLIVEIRA JUNIOR, A. de; PROCHNOW, L.I.; KLEPKER, D. Eficiência agronômica de fosfato natural reativo na cultura de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p. 623-631, 2008.

PROCHNOW, L. I. ALCARDE, J. C.; CHIEN, S. H. In: Yamada , T; Stipp e Abdalla, S. R. **Fósforo na agricultura brasileira. Eficiência agronômica dos fosfatos totalmente acidulados**. Piracicaba-SP: Potafós, 2004. p 607-663.

RAIJ, B, van. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais.** Campinas: IAC, 2001. 285p.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba-SP: Agronômica Ceres,1991. 343 p.

RAJAN, S.S.S.; WATKINSON, J.H.; SINCLAIR, A.G. Phosphate rocks for direct application to soils. **Advances in Agronomy**, v.57, p.77-159, 1996.

STAUFFER, M, D.; SULEWSKI, G. Fósforo – **Nutrienteessencial para a vida**. In: YAMADA, T; ABDALLA, S. R. S. (Ed.). In: SIMPÓSIO DESTACA A ESSENCIALIDADE DO FÓSFORO NA AGRICULTURA BRASILEIRA. 2003. Piracicaba. Anais... Piracicaba: Potafós, Junho/2003. p1. (Informações Agronômicas, 102).

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.719 p.

VAHL, L.C. **O fósforo na cultura do arroz irrigado**. In: YAMADA, T. & ABDALLA, S.R., eds. SIMPÓSIO DE FÓSFORO NA AGRICULTURA BRASILEIRA. Piracicaba, Potafós, 2004. p.419-434.

WHITELAW, M.A. Growth promotion of plant inoculated with phosphate solubilizing fungi. **Advances in Agronomy**, New York, v.69, p.99-151, 2000.

CAPÍTULO II

FERTILIDADE DO SOLO EM LAVOURAS DE CAFÉ ARÁBICA E CONILON SOB MANEJO CONSORCIADO E A PLENO SOL

Otávio Delaqueza Arruda Ferro
Ricardo Costa de Oliveira Júnior
Rebyson Bissaco Guidinelle
Wallace Luís de Lima
Otacilio José Passos Rangel
Victor Luiz de Souza Lima
Mario Euclides Pechara da Costa Jaeegi

1. INTRODUÇÃO

A cafeicultura no Brasil, ao longo de sua história, gerou um relevante aumento na economia do país possibilitando se destacar como maior produtor de café do mundo, mas, consequentemente, foram desencadeados muitos impactos socioambientais durante esse processo, como o desmatamento da Mata Atlântica para a implantação dos monocultivos de café. Como consequencias, ocorreram a perda da biodiversidade, a contaminação dos recursos hídricos pelo constante uso dos agroquímicos, o empobrecimento do solo, perda de nutrientes, a destruição das matas ciliares, ocasionando intoxicações e mortes de trabalhadores pelos agrotóxicos; com o desequilíbrio ambiental, acompanhado do surgimento de pragas e doenças que ocasionam severos danos às lavouras (LOPES et al., 2014).

Segundo Assis (2006), uma alternativa viável para minimizar estes impactos sócio-ambientais seria a adoção de sistemas de cultivo que priorizem os aspectos relacionados à sustentabilidade dos agroecossistemas como, por exemplo, a transição agroecológica que visa diminuir a dependência de insumos externos, potencializar as práticas conservacionistas, preservar o meio ambiente (fauna e flora) e proporcionar melhores condições de vida no campo.

Entre os métodos de transição agroecológica que prioriza a sustentabilidade dos cultivos agrícolas estão os sistemas consorciados e os Sistemas Agroflorestais (SAF), que têm como objetivo beneficiar ecologicamente o solo, melhorando sua qualidade e fertilidade, por meio do uso de plantas adubadeiras.

Dentre as plantas consideradas como adubadeiras, adubos verdes, estão às leguminosas por fazerem associação com bactérias fixadores de nitrogêno (FBN) e disponibilizarem

futuramente para as plantas consorciadas, via ciclagem de nutrientes e decomposição da matéria orgânica (ESPINDOLA; GUERRA; ALMEIDA, 2005). As espécies que não fazem FBN contribuem de outra forma, melhorando as condições físicas, químicas e biológicas do solo, com adição de resíduos orgânicos e ciclagem de nutrientes, além disso, a raiz retém nutrientes das camadas mais profundas e os depositam sobre a superfície do solo (ALTIERI et al., 2011).

Apesar dos SAF possuirem vários pontos positivos, em relação tanto à sustentabilidade do ambiente quanto a do ser humano, no Brasil, cerca de 90% dos cafeicultores brasileiros preferem o cultivo a pleno sol, por acreditarem que o sombreamento reduz a produtividade, aumenta o custo da mão de obra e dificulta o manejo (RICCI et al., 2002).

Os resultados do consorciamento, quando comparado com o cultivo a pleno sol, podem ser satisfatórios quando feito da forma adequada, levando em consideração as espécies e os espaçamentos (FERNANDES, 1986). A presença de árvores influencia diretamente o solo, aumentando o teor de matéria orgânica, conservando a umidade, reduzindo a perda de nitrogênio, aumentando a capacidade de infiltração de água e estimulando a atividade biológica (MUSCHLER, 2000; BARBERA-CASTILLO, 2001), dentre outros.

Segundo Xavier (2011), o SAF tem grande influência na matéria orgânica e na fertilidade, devido à ciclagem do resíduo aportado ao solo, oriundo das espécies arbóreas, recuperando os teores adequados da Matéria Orgânica no Solo (MOS). A quantidade de resíduos adicionados ao solo tem uma grande atuação na fertilidade do mesmo, pois liberam mais rapidamente os nutrientes para a planta, favorecendo, assim, a formação da MOS. O objetivo do trabalho foi avaliar a fertilidade do solo em lavouras de café arábica e conilon sob manejo a pleno sol e em SAF's.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Histórico da área

A área de estudo é o Polo de Educação Ambiental, atualmente ocupado pelo Setor de Agroecologia do Ifes - Campus de Alegre. O local é uma área de empréstimo, após a retirada de terra nos barrancos da estrada de acesso, com cortes efetuados nos anos de 2008 e 2009, em que o horizonte "C" foi exposto e, posteriormente, abandonado sem nenhuma atividade de recomposição de suas características. Em 2013, a área ainda apresentava o solo exposto compactado e sem nenhum tipo de cobertura.

Foram realizadas duas arações na profundidade de 30cm com o intuito de permitir a permeabilização do solo e, posteriormente, realizar o plantio de feijão guandu (*Cajanus cajan*) em covas, com espaçamento aleatório, e adubação de, aproximadamente, 50g.planta^{-1}com composto orgânico, produzido conforme Souza et al. (2013).

Após essas atividades, algumas plantas de *Brachiaria decumbens* (Poaceae) se desenvolveram na área, por ação da dispersão de sementes pelo vento e em decorrência do movimento de água superficial advinda de área circunvizinha. O plantio foi realizado com a finalidade de realizar o pousio para a melhoria da fertilidade, estrutura física e descompactação do solo, dentre outras.

Após dois anos de trabalhos de recuperação, realizou-se o plantio de mudas de café consorciado e a pleno sol. O processo teve início com a limpeza do local, realizado com roçadeira portátil semi-semi-mecanizada, para o plantio do cafeeiro e de espécies para a formação do consórcio que, futuramente, será um SAF. A delimitação da área de cada sistema, consorciado e a pleno sol, foi de 400m².

2.2 Plantio do café e cultivos consorciados

Foram transplantadas mudas de arábica e conilon no início de 2015, após o processo de formação de mudas, utilizando a metodologia de Jaeggi (2014). Utilizaram-se covas de seção circular nas dimensões de 40cmx40cmx40cm, respectivamente altura, largura e profundidade. A adubação orgânica utilizada (Tabela 1) baseou-se na análise do solo e os cálculos seguiram a metodologia de Prezotti et al. (2007), chegando a uma quantidade de 3,0 Kg.cova^{-1} de composto orgânico, produzido conforme Souza et al. (2013).

Tabela 1 - Dados da análise química do composto orgânico utilizado para adubação das covas dos cafeeiros, conilon e arábica e nas demais espécies do sistema consorciado

N	P_2O_5	P	K_2O	K	Mg	Ca	C	pH água	C:N
----------mg.dm^{-3}----------					Cmolc.dm^{-3}		g.kg^{-1}		
11	12,5	5,0	11,1	9,3	6,8	26,7	62	7,4	5,5

Fonte: Elaborado pelos autores.

Foram utilizadas as variedades ‘ENCAPER 8151 - Robusta Tropical’ (conilon) e ‘Catuaí IAC 144’ (arábica). O espaçamento adotado foi de 3mx1m, totalizando 120 plantas de cada espécie.

As espécies arbóreas consorciadas, “lenhosas” e frutíferas, foram instaladas aleatoriamente nas linhas de plantio do cafeeiro, obedecendo ao espaçamento recomendado para cada espécie. As espécies arbustivas e rasteiras (porte médio e pequeno) foram implantadas nas entrelinhas, com a finalidade de cobertura do solo e de sombreamento do cafeeiro, por algumas apresentarem rápido desenvolvimento e fazerem a associação com bactérias FBN. As espécies utilizadas foram o feijão guandu (*Cajanus cajan*), margaridão mexicano (*Tithonia diversifolia*), mamão (*Carica papaya*), ingá (*Inga edulis*), gliricídia (*Gliricidia sepium*), banana (*Musa* sp.), teca (*Tectona grandis*), cacau (*Theobroma cacao*), além da cobertura que se encontrava na área que era predominantemente de *Brachiaria decumbens*.

A produção das mudas das espécies arbóreas foi realizada no setor de agroecologia, seguindo a metodologia adequada para cada espécie (EMBRAPA FRUTICULTURA, 2012).A banana, o feijão guandu e o margaridão mexicano foram plantados diretamente no campo. As leguminosas foram semeadas ou plantadas a aproximadamente 1,30m do caule dos cafeeiros, em fileira única, em sulco disposto nas entrelinhas.

Utilizaram-se as densidades de semeadura indicadas nas recomendações técnicas da Embrapa (2000) para o feijão guandu. O plantio do margaridão mexicano foi realizado com espaçamento de 50cm e com a utilização de estacas com comprimento aproximado de 20cm. As bananeiras foram plantadas em mudas, desmembradas da planta mãe, em covas de 40cm x40cm x40cm e espaçamento de 10m x5m.

Foi realizada irrigação suplementar das plantas no período pós-plantio nos períodos de ausência de precipitação pluviométrica.

2.3. Conduções, podas e adubação de cobertura

Após o implante dos sistema consorciado e a pleno sol, foram realizadas duas adubações orgânicas ao longo dos anos, conforme sistema de cálculo para adubação orgânica proposto por Silva et al., (2015), que leva em consideração a exigência da cultura, decorrente da estimativa de safra, a fertilidade do solo e do fertilizante orgânico utilizado. As adubações antecederam os períodos da granação e do repouso vegetativo do cafeeiro utilizando composto orgânico, conforme descrito por Souza et al., (2013) e prescritas com base nas análises de solo feitas no local, aplicando-se 3,0 Kg de composto por planta em cada período, totalizando 6,0 $Kg.planta^{-1}.ano^{-1}$.

Foram realizados cortes ou podas dos adubos verdes, quando as plantas se encontravam em pleno florescimento, com o auxílio de roçadeira portátil, sendo deixados sobre a superfície

do solo, nas entrelinhas de plantio. Para o feijão guandu a poda foi efetuada quando as plantas atingiam 1,70m, aos 90 dias após o plantio, período em que a espécie se encontrava em pleno crescimento vegetativo, reduzindo- se a altura para 1,20m, em relação ao solo (CALEGARI, 1995). Na ausência de referências bibliográficas para o manejo do margaridão mexicano, adotou-se o mesmo recomendado para o feijão guandu, por apresentarem crescimento vegetativo semelhante. Já as espécies frutíferas, como a bananeira, a poda foi feita logo após a colheita do fruto.

Para o controle das plantas competidoras, que se encontravam no local antes da implantação do experimento, principalmente braquiária, foram realizadas roçadas com auxílio de roçadeira portátil, sendo deixados sobre a superfície do solo, nas entrelinhas de plantio, quando atingiam altura aproximada de 30 cm.

2.4. Amostragem e análise de solo

Nos sistemas, consorciado e a pleno sol, foram coletadas 20 amostras simples de solo na profundidade de 0-20cm, constituindo uma amostra composta, nos anos 2015 e 2017. As coletas de solo foram realizadas em zigue-e-zague, sempre na projeção da copa do cafeeiro, com auxílio de trado tipo sonda amostradora, com escala graduada de 60 cm de profundidade. As análises foram realizadas nos dois sistemas, conforme metodologia proposta pela Embrapa (1999).

2.5 Variáveis avaliadas e análise estatística

O experimento foi realizado em campo, seguindo-se o método de amostragem convencional, em sistema consorciado e a pleno sol. A unidade experimental constituiu-se de uma amostra de solo composta em cada sistema em diferentes anos. Os atributos químicos avaliados foram: matéria orgânica (MO); potencial hidrogeniônico (pH); fósforo (P); potássio (K); cálcio (Ca); magnésio (Mg); índice de saturação por bases (V%); fósforo remanescente (P-rem); enxofre (S); boro (B); zinco (Zn); manganês (Mn); cobre (Cu) e ferro (Fe).

Para as avaliações dos dados foram confeccionados fertigramas com auxílio do *software* Excel 2017, e os resultados foram comparados com a recomendação de Ribeiro et al., (1999), considerando os níveis críticos dos elementos para a cultura do café.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados para os teores de macro e micronutrientes, matéria orgânica (MO) e potencial hidrogeniônico (pH) aumentaram ao longo dos anos em ambos os sistemas, consorciado e a pleno sol, no café arábica (Tabela 2). Nos cafeeiros conilon, consorciado e a pleno sol, nos anos do pré-plantio (2015) e pós-manejo (2017) verificou-se aumento, a pleno sol, dos teores de MO, P, K, B, Zn, Mn, Cu e Fe, redução nos valores de pH, Ca, Mg e V% e estabilidade no teor de S (Tabela 2). No sistema consorciado, os teores seguiram a mesma evolução ao longo do tempo, com exceção do pH, que manteve-se estável e do S, que se elevou.

A fertilidade do solo de cafeeiros sob manejo consorciado e a pleno sol apresentou melhorias ao longo de dois anos (2015 a 2017) nas lavouras de *Coffea arabica* e *Coffea canephora*, independentemente do sistema de cultivo. Este fato pode estar relacionado com as adubações orgânicas realizadas, que foram de aproximadamente 20 ton. ha^{-1}. ano^{-1}, e também pela manutenção da MO depositada na superfície do solo, pela queda de folhas, flores, galhos, via poda, e roçadas das plantas competidoras nas entrelinhas. Outras contribuições importantes no sistema consorciado foram a introdução de plantas da família *Fabaceae* (guandu, margaridão e ingá) que fazem associação com FBN, proporcionando, consequentemente, maior massa vegetativa na área, como observado em maior incremento no teor de MO, maiores que no sistema a pleno sol (Tabela 2).

Tabela 2 - Teor dos elementos químicos de solo de cafeeiros pré-plantio (PP), cultivados em sistema a pleno sol (PS) e consorciado (C) para *Coffea arabica*

Elementos*	Unidades	PP	PS	C
		2015	---------- 2017 ----------	
MO	dag/dm³	1,1	1,9	2,3
pH	unid.	5,2	5,8	5,8
P	mg/dm³	4,2	47,9	49,5
K	mg/dm³	85	197	130
Ca	cmolc/dm³	1,9	3,3	3,6
Mg	cmolc/dm³	0,5	0,9	0,9
V	%	29	61	61
P-rem	mg/L	27	29,1	26,9
S	mg/dm³	14	18	23
B	mg/dm³	0,2	0,38	0,22
Zn	mg/dm³	0,5	3,3	2,4
Mn	mg/dm³	17,8	75,1	53,2
Cu	mg/dm³	0,6	1,8	1,4
Fe	mg/dm³	50	269	204

Fonte: Elaborado pelos autores.

*Elementos determinados na análise de fertilidade, onde: matéria orgânica (MO), potencial hidrogeniônico (pH), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), índice de saturação de bases (V%), fósforo remanescente (P-rem), Enxofre (S), Boro (B), Zinco (Zn), Manganês (Mn), Cobre (Cu) e Ferro (Fe).

Segundo Theodoro (2001), comparando os efeitos do manejo em cafeeiro consorciado em sistema agroecológico e convencional, constatou-se que houve incrementos no valor de pH e nos valores de Ca, Mg, K, P, S, Zn, B e V(%). Segundo a mesma autora, esses maiores incrementos estão diretamente relacionados com a prática da adubação orgânica e cobertura vegetal permanente do solo.

No ano de 2015, antes do plantio dos cafeeiros, os teores dos nutrientes analisados das amostras estavam abaixo do nível crítico proposto por Ribeiro et al. (1999), exceto Fe, Mn, K e S (Figura 1). Esta amostra foi utilizada como referencial para ambos os sistemas, consorciado e a pleno sol, que foi determinada no momento inicial, ou seja, antes da implantação do experimento.

Figura 1 -Fertigrama representativo dos teores de nutrientes (S, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, B), do solo pré-plantio de café arábica (em vermelho) e do seu nível crítico correspondente (em azul).

Fonte: Elaborado pelos autores.
Ideal corresponde ao Nível Crítico Mínimo necessário para o bom desenvolvimento do cafeeiro arábica, de acordo com RIBEIRO et al. (1999)
Análise correspondente a amostragem no pré-manejo (2015).

No ano de 2017, quando completaram-se dois anos do manejo a pleno sol, foi realizada uma nova amostragem de solo e foi observado um aumento nos teores dos nutrientes avaliados, os quais ficaram acima do nível crítico, exceto para Mg, MO e B, que permaneceram baixos (Figura 2).

Estes resultados podem ser em decorrência da adubação orgânica na área o que proporcionou aumentos significativos em alguns elementos estudados. Os elementos que permaneceram baixos podem ser pelo material utilizado na produção do composto orgânico que, provavelmente, continha baixos teores destes elementos (Mg e B) e o MO pode não ter ocorrido uma decomposição adequada, decorrentes das condições climáticas, baixa precipitação e umidade relativa do ar, que limitaram sua ciclagem, formando camadas de folhas sobre a superfície do solo.

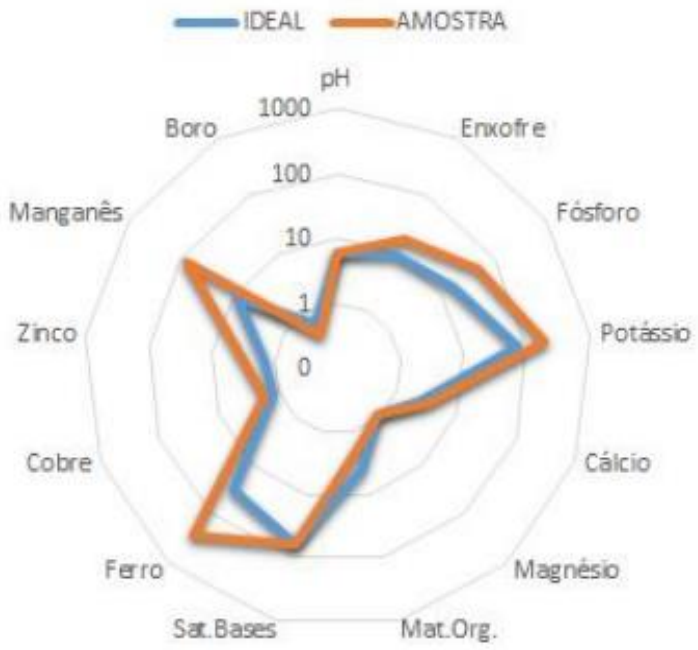


Figura 2 -Fertigrama representativo dos teores de nutrientes (S, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, B), do solo pós-plantio de café arábica (em vermelho) e do seu nível crítico correspondente (em azul).

Fonte: Elaborado pelos autores.
Ideal corresponde ao Nível Crítico Mínimo necessário para o bom desenvolvimento do cafeeiro arábica, de acordo com Ribeiro et al. (1999)
Análise correspondente à amostragem no pós-manejo (2017).

De acordo com Moreira (2003), os cafeeiros a pleno sol perdem mais folhas que os consorciados, devido ao microclima a pleno sol ser mais seco e, assim, as plantas precisam reduzir sua respiração no período de seca perdendo, consequentemente, suas folhas e acumulando na superfície do solo.

Com relação ao cafeeiro arábica sob manejo consorciado, também foi observado aumento no teor dos elementos, acima do nível crítico para a maioria. No entanto, mesmo após o manejo consorciado, os atributos Mg, MO, pH e B permaneceram abaixo do nível crítico para a cultura do café, de acordo com os teores propostos por Ribeiro et al. (1999) (Figura3).

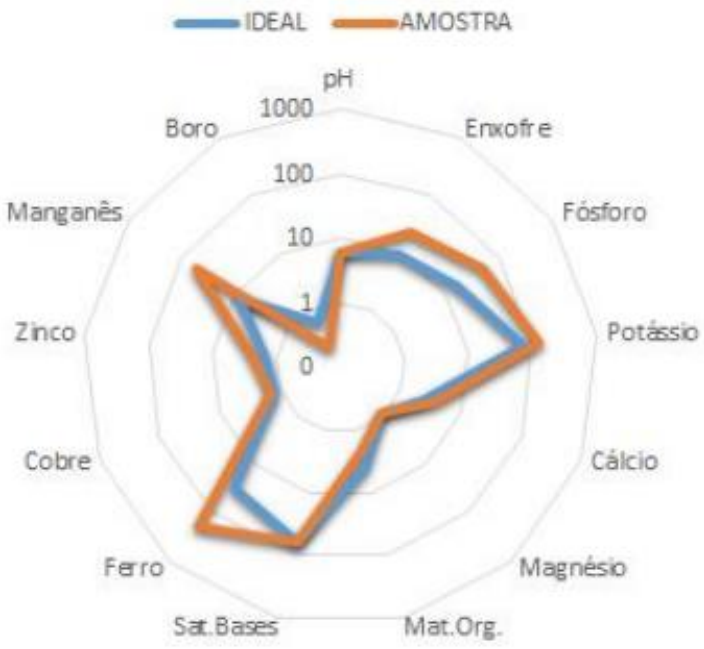


Figura 3 -Fertigrama representativo dos teores de nutrientes do solo (S, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, B) pós-plantio de café arábica (em vermelho) e do seu nível crítico correspondente (em azul).

Fonte: Elaborado pelos autores.
Ideal corresponde ao Nível Crítico Mínimo necessário para o bom desenvolvimento do cafeeiro arábica, de acordo com Ribeiro et al. (1999)
Análise correspondente a amostragem no pós-manejo (2017).

Para a análise de fertilidade das amostras de solo nos sistemas consorciado e a pleno sol, comparado com dados de Ribeiro et al. (1999), observa-se que no sistema consorciado o índice de fertilidade se deve à alta densidade do consórcio, apresentando assim maior similaridade com as condições normais de um ecossistema natural do que com os monocultivos (pleno sol).

Esses resultados estão de acordo com Alvarenga (1996), citado por Salgado et al. (2006), que relataram que o fluxo de elementos minerais forma um ciclo entre o dossel das plantas em consórcio e o solo, o que explica o maior desenvolvimento vegetativo quando comparado aos solos pobres. Segundo o mesmo autor, essa ciclagem de nutrientes forma uma sequência fechada, em que os nutrientes são repassados para o solo, principalmente

pela queda de folhas ou manejo das plantas no sistema, onde são decompostas e os nutrientes lixiviados, chegando às raízes para serem novamente absorvidos.

Foi observado um aumento nos teores de MO, P, K, B, Zn, Mn, Cu e Fe no cafeeiro conilon a pleno sol, exceto para pH, Ca, Mg, V% que tiveram seus teores reduzidos e o S, que se manteve estabilizado. No sistema consorciado os teores seguiram a mesma evolução ao longo do tempo com exceção do pH que estabilizou e o S, que teve seu teor elevado (Tabela 3).

Tabela 3 - Teor de elementos químicos do solo de cafeeiros pré-plantio (PP), cultivados em sistema a pleno sol (PS) e consorciado (C) para *Coffea canephora*

Elementos*	Unidades	PP	PS	C
		2015	---------- 2017 ----------	
MO	**dag/dm³**	1,9	2,1	2,5
pH	**unid.**	5,9	5,4	5,9
P	**mg/dm³**	12,8	25,4	137,4
K	**mg/dm³**	83,0	168,0	140,0
Ca	**cmolc/dm³**	4,0	2,5	3,5
Mg	**cmolc/dm³**	1,1	0,9	1,0
V	**%**	64,0	45,0	61,0
P-rem	**mg/L**	28,8	29,2	30,9
S	**mg/dm³**	10,0	10,0	14,0
B	**mg/dm³**	0,3	0,32	0,2
Zn	**mg/dm³**	1,3	3,6	3,2
Mn	**mg/dm³**	39,8	107,3	108,1
Cu	**mg/dm³**	1,7	4,3	4,8
Fe	**mg/dm³**	50,0	92,0	79,0

Fonte: Elaborado pelos autores.

Elementos determinados na análise de fertilidade onde: matéria orgânica (MO), potencial hidrogeniônico (pH), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), índice de saturação de bases (V%), fósforo remanescente (P-rem), Enxofre (S), Boro (B), Zinco (Zn), Manganês (Mn), Cobre (Cu) e Ferro (Fe).

Esses resultados encontrados se sustentam devido à adubação orgânica empregada na área somada às podas das espécies verdes, feijão guandu e margaridão mexicano, no mesmo local.

Na avaliação do fertigrama antes da implantação dos sistemas consorciado e a pleno sol, foi constatado que os teores de MO, P, B e Zn estavam abaixo do nível crítico (Figura 4).

Figura 4 -Fertigrama representativo dos teores de nutrientes do solo (S, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, B) pré-plantio de café conilon, em vermelho, e do seu nível crítico correspondente, em azul.

Fonte: Elaborado pelos autores.
Ideal corresponde ao Nível Crítico Mínimo necessário para o bom desenvolvimento do cafeeiro arábica, de acordo com RIBEIRO et al. (1999).
Análise correspondente a amostragem no pré-manejo (2015).

Esse resultado se deve em decorrência da remoção das camadas superficiais do solo e do horizonte C exposto apresentar baixa fertilidade natural. Alguns teores podem ter sido alterados devido a adubação orgânica que ocorreu no plantio de feijão guandu, como medida essencial para recuperações mínimas necessárias das condições químicas, físicas e biológicas da área em estudo.

Esses resultados estão de acordo com Santos et al. (2008) que concluíram que a maioria das amostras coletadas em ambientes degradados apresentaram deficiências de P e micronutrientes disponíveis. As proporções das amostras com os teores de P nessa combinação de relevo-uso-textura, reflete a adubação orgânica utilizada no experimento.

No ano 2017, avaliando a mesma área com cafeeiro conilon a pleno sol, foi observado que os teores dos elementos aumentaram com exceção da saturação por bases (V%), magnésio (Mg), boro (B) e matéria orgânica (MO) (Figura 5).

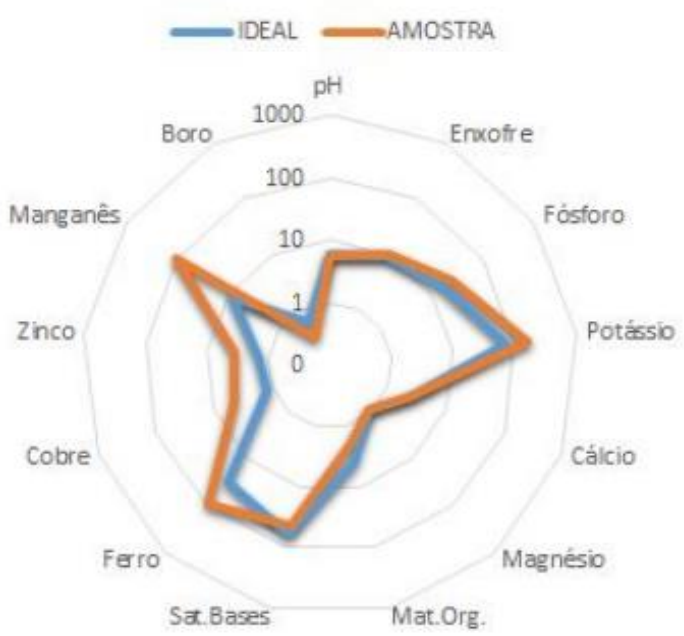


Figura 5 -Fertigrama representativo dos teores de nutrientes do solo (S, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, B) pós-plantio de café conilon, em vermelho, e do seu nível crítico correspondente, em azul.

Fonte: Elaborado pelos autores.
Ideal corresponde ao Nível Crítico Mínimo necessário para o bom desenvolvimento do cafeeiro arábica, de acordo com Ribeiro et al. (1999)
Análise correspondente a amostragem no pós-manejo (2017).

Segundo Hernandez e Silveira (1998), citado por Salvador et al. (2011), o alto teor de fósforo no solo está diretamente relacionado com as interações entre Ca:Mg e a saturação por bases. Foi observada uma redução nos teores de Mg, podendo ser atribuída tanto à diminuição nas quantidades adicionadas quanto pelo aumento de valor da relação Ca:Mg, esta última pelo antagonismo entre os cátions no processo de absorção, em detrimento do Mg (MALAVOLTA, 1980).

Avaliando a fertilidade química na mesma área com cafeeiro conilon consorciado no ano de 2017, foi observado que os teores dos elementos aumentaram, com valores superiores aos níveis críticos, com exceção do magnésio (Mg), boro (B) e da matéria orgânica (MO) (Figura 6).

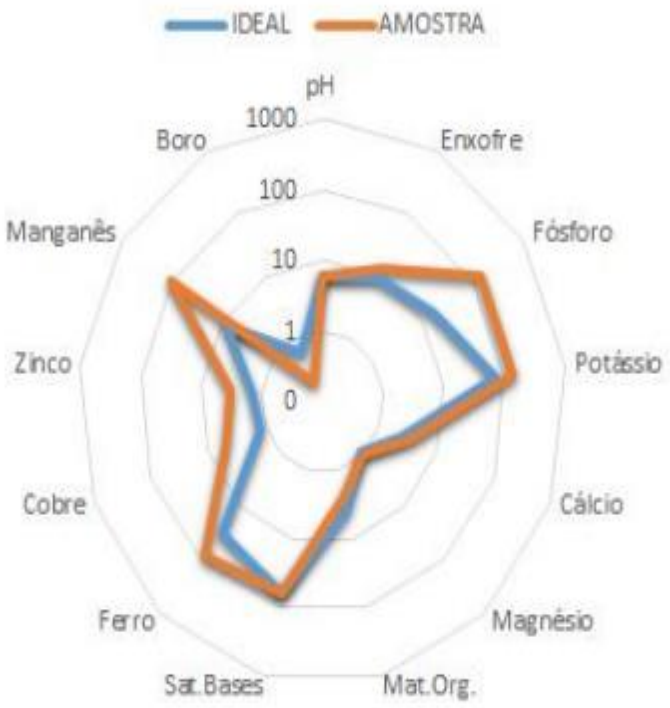


Figura 6 -Fertigrama representativo dos teores de nutrientes do solo (S, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, B) pós-plantio de café conilon, em vermelho, e do seu nível crítico correspondente, em azul.

Fonte: Elaborado pelos autores.
Ideal corresponde ao Nível Crítico Mínimo necessário para o bom desenvolvimento do cafeeiro arábica, de acordo com Ribeiro et al. (1999)
Análise correspondente a amostragem no pós-manejo (2017).

Os teores dos nutrientes encontrados na faixa ideal ou superiores ao seu nível crítico, possivelmente, se elevaram devido a adubação com composto orgânico juntamente com as podas das plantas consorciadas no sistema, que permaneceram nas entrelinhas de plantio e ao se decomporem, disponibilizaram nutrientes ao solo.

O decréscimo encontrado para MO pode estar relacionado com o local, pois durante as coletas de solo para análise foi observado que as folhas formaram um manto acima do solo podendo explicar, em parte, a menor presença de matéria orgânica incorporada ao substrato, uma vez que o manto superficial foi separado e não enviado para a análise.

Os resultados encontrados neste trabalho contrariam aos encontrados por Salgado et al. (2006) que relataram no sistema a pleno sol maior produção de biomassa em decorrência do número de espécies espontâneas nas entrelinhas do café. No cafeeiro consorciado, as espécies espontâneas, principalmente as gramíneas, são inibidas, limitando a produção de biomassa.

A deficiência do B pode ser em decorrência do material utilizado na produção do composto orgânico apresentar baixas concentrações do mesmo e também, em função dos altos teores de K e P, em que ambos são dependentes do boro. Segundo Power e Woods (1997) o B, quando ausente no solo, faz com que a planta reduza a absorção de K, ou seja, muita das vezes a deficiência de potássio na planta pode estar relacionado com a deficiência de boro.

4. CONCLUSÕES

A fertilização orgânica nos solos cultivados com ambas as espéciesestudadas proporcionou melhorias significativas nos teores dos elementos relacionados à fertilidade química dos solos estudados nos dois sistemas de cultivo.

No sistema consorciado, foram observados os maiores incrementos na fertilidade química do solo nos cultivos de ambas as espécies estudadas.

Os teores de Mo, Mg e B mantiveram-se abaixo do nível crítico em todos os solos estudados, independente da espécie de cafeeiro e do sistema de cultivo.

Os fertigramas foram fundamentais na interpretação da fertilidade química do solo avaliando a demanda mínima dos cafeeiros (níveis críticos) e os resultados das análises dos solos.

REFERÊNCIAS

ALTIERI A. M. et al., **O Potencial agroecológico dos sistemas agroflorestais na América Latina.** Disponível em: http://aspta.org.br/wpcontent/uploads/2014/11/Artigo-5-O-potencial-agroecol%C3%B3gico-dos-sistemas.pdf. Acessado em: 14 de novembro de 2017.

ALVARENGA, M. I. N. **Propriedades físicas, químicas e biológicas de um Latossolo Vermelho-Escuro em diferentes ecossistemas.** 1996. 211f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

ASSIS, R. L. de. **Desenvolvimento rural sustentável no Brasil: perspectivas a partir da integração de ações públicas e privadas com base na agroecologia.** Econ. Aplicada, vol. 10, p. 75-89, jan-mar 2006.

BARBERA-CASTILLO, N. M. **Diversidad de especies de hormigas en sistemas agroforestales contrastantes de café, en Turrialba, Costa Rica**. 2001. 99p. Dissertação (Mestrado) - Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.

CALEGARI, A. **Leguminosas para adubação verde de verão no Paraná. Londrina: IAPAR, 1995.** 118 p. (IAPAR. Circular, 80).

COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação. Viçosa, MG, 1999.** p. 289-302.

EMBRAPA - **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.** Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. P.412.

ESPÍNDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. **Uso de leguminosas herbáceas para adubação verde. In: AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável.** Brasília: Embrapa, 2005. p. 435-451.

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

HERNANDEZ, R. J.; SILVEIRA, R. I. Efeitos da saturação por bases, relações Ca:Mg no solo e níveis de fósforo sobre a produção de material seco e nutrição mineral do milho (Zeamays L.). Scientia Agricola, v. 55, n. 1, p. 79-85, 1998.

HERNÁNDEZ, O.; BEER, J.; PLATEN, H. V. **Rendimiento de café (*Coffea arabica*) cv. Caturra, producción de madera (*Cordia alliodora*) y análisis financiero de plantaciones con diferentes densidades de sombra en Costa Rica.** Agroforestería en las Américas, v.4, p.8-13, 1997.

JAEGGI M. E. P. **Substratos e recipientes na produção de mudas de café conilon.** Disponível em: https://biblioteca2.ifes.edu.br/biblioteca/. Acessado em: 20/11/2017

LOPES, P. R.; ARAÚJO, K. C. S.; LOPES, I. M.; RANGEL, R. P.; SANTOS, N. F. F.; KAGEYAMA, P. Y. **Uma análise das consequências da agricultura convencional e das opções de modelos sustentáveis de produção – agricultura orgânica e agroflorestal.**p38. 2014

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980.

MATOS, A. P. **Produção integrada de fruteiras tropicais.** EMBRAPA FRUTICULTURA, 2012; Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/71310/1/Producao-integrada-de-fruteiras-tropicais.pdf. Acessado em 14 de novembro de 2017.

MOREIRA, C.F.; FERNANDES, E.A.D.; TAGLIAFERRO, F.S. **Discriminação de café orgânico produzido sob sombra e a pleno sol pela composição química elementar.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METROLOGIA, 3, 2003, Recife. Artigos... São Paulo, SP: O2 Estúdio Web / Metrologia & Instrumentação, v. 3, p. 1-5, 2003.

MOREIRA, C. F. **Caracterização de sistemas de café orgânico sombreado e a pleno sol no sul de Minas Gerais**. 2003. 78f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) - Escola Superior de Agronomia Luiz Queiroz, Piracicaba, 2003.

MUSCHLER, R.G. **Árboles em cafetales. Turrialba,** Costa Rica: Catie/ GTZ, p139. (Módulo de enseñanza agroforestal, 5), 2000.

MUSCHLER, R.G. **Shade improves coffee quality in a sub-optimal coffee-zone of Costa Rica.** Agroforestry Systems, v.51, p.131139, 2001.

POWER, P.P; WOODS, W.G. **The chemistry of boron and its speciation in plants.** PlantandSoil, Dordrecht, v.193, 1997. p.1-14.

PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. **Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o Estado do Espírito Santo – 5ª aproximação.** Vitória: SEEA/INCAPER/ CEDAGRO, 2007. 305p.

RICCI, M. dos S.F.; ARAÚJO, M. do C.F.; FRANCH, C.M. de C. **Cultivo orgânico do café: recomendações técnicas.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 101p.

SALGADO B. G. et al., **Avaliação da fertilidade dos solos de sistemas agroflorestais com cafeeiro (*Coffea arabica* l.) em lavras-mg[1] avaliação da fertilidade dos solos de sistemas agroflorestais com cafeeiro (*Coffea arabica* l.) em lavras-mg[1].** Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/rarv/v30n3/a04v30n3. Acessado em: 14 de novembro de 2017.

SALVADOR J. T. et al. **Relações cálcio e magnésio presentes no solo e teores foliares de macronutrientes.** Disponível em: http://www2.pucpr.br/reol/pb/index.php/academica?dd1=5010&dd99=view&dd98=pb. Acessado em: 14 de novembro de 2017.

SANTOS A. C. et al. **Relações entre uso do solo, relevo e fertilidade do solo em escala de microbacia.** Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v12n5/v12n05a03.pdf. Acessado em: 14 de novembro de 2017.

SILVA, L. R. E.; OLIVEIRA, S. B. C. ; LIMA, W. L. SISTEMA DE CÁLCULO DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA PARA CAFEEIRO. **In: XIX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XV Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e IX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica Júnior, 2015, São José dos Campos.** XIX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XV Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e IX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica Júnior, 2015.

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, v. 8, p. 1-4.

THEODORO, V.C.A. **transição do manejo de lavoura cafeeira do sistema convencional para orgânico.** Disponível em: http://planetaorganico.com.br/site/index.php/transicao-do-manejo-de-lavoura-cafeeira-do-sistema-convencional-para-o-organico>. Acesso em 2 de Agosto de 2017.

XAVIER, F. A. S.; CARDOSO, I. M.; MENDONÇA, E. S.; Fertilidade do solo em sistema agroflorestal. FERTBIO 2012.

XAVIER, F.A.S., ALMEIDA, E.F., CARDOSO, I.M., MENDONÇA, E. S. **Soil phosphorus distribution in sequentially extracted fractions in tropical coffee-**

agroecosystems in theAtlantic Forest biome, SoutheasternBrazil. NutrientCyclinginAgroecosystems 89, 31-44, 2011.

CAPÍTULO III

PRODUTIVIDADE E RENDIMENTO DE CULTIVARES DE CAFÉ ARÁBICA IRRIGADO EM BAIXA ALTITUDE NO SUL CAPIXABA

Danilo da Silva Nascimento
Alex Justino Zacarias
Maria Christina Junger Delôgo Dardengo
José Francisco Lopes
José Maria Dalcolmo

1. INTRODUÇÃO

O café arábica é preferencialmente recomendado para regiões de maior altitude e de temperaturas mais baixas, visto que a falta de água no solo e temperaturas elevadas podem provocar abortamento de flores com os "botões" dando origem às chamadas flores estrelinhas. Contudo, na espécie, existe variabilidade para diversas características, entre as quais, para adaptação a ambientes adversos, com temperaturas mais elevadas e déficit hídrico mais acentuado, em que plantas de porte mais baixo tem se mostrado mais tolerantes à seca. Por outro lado, a manutenção no fornecimento de água por meio de irrigações, evita a elevação da temperatura no tecido da planta, reduzindo o abortamento (FERRÃO et al.,2007).

A produtividade é o parâmetro avaliado na maioria dos trabalhos, por ser uma característica que oferece maior impacto junto aos cafeicultores quando se pretende demonstrar o resultado de algum trabalho científico ou não, pois reflete o ganho a ser obtido na produção da lavoura cafeeira (KARASAWA et al., 2005). Já o rendimento pode ser expresso pela relação de volume ou peso do café da roça por quilos de café beneficiado, ou ainda, pelo rendimento de pila, que vem a ser a relação entre a quantidade de café em coco por quilo de café beneficiado.

O fruto ideal para ser colhido é aquele que tenha completado o estádio de maturação fisiológica, que corresponde, no caso do café, ao denominado fruto cereja. Entretanto, o cafeeiro apresenta, na época da colheita, frutos em diferentes estádios de maturação (verdes, cerejas, passas e secos), devido à característica desta espécie de produzir várias florações (BARTHOLO & GUIMARÃES, 1997). Contudo, quanto maior a proporção de café cereja em detrimento aos frutos verdes e defeituosos, maior a massa de café beneficiado, ou seja, maior rendimento (MEDINA FILHO e BORDIGNON, 2003). Com isso é preconizado que a percentagem aceitável de frutos maduros no ponto ótimo de

colheita é de 80 a 85% de frutos no estádio cereja (NOGUEIRA et al.,2005).

De acordo com Ferrão et al. (2007), existe grande variabilidade entre os materiais genéticos de café arábica quando cultivados em condição de baixa altitude e elevada temperatura no Estado do Espírito Santo. Entretanto, ressalta-se o resultado expressivo das cultivares Obatã (IAC 1669-20), Topázio (MG 1190) e Catuaí Vermelho (IAC 81), cujas produtividades médias obtidas em seis colheitas foram de 46,80; 37,03 e 25,20 sc beneficiadas de 60 kg ha^{-1},respectivamente.

Desse modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar o rendimento e a produtividade de cultivares de café arábica sob manejo irrigado e em baixa altitude, no Sul do Estado do Espírito Santo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Instituto Federal do Espírito Santo - Ifes - Campus de Alegre, ES, Fazenda Caixa D'Água, distrito de Rive, localizado na latitude de 20º 25' 51,61" S e longitude de 41º 27' 24,51" O e altitude de 136,82m. A precipitação média anual é de 1.250 mm e o clima é classificado segundo a classificação de Köpenn como sendo do tipo Awa, com temperatura média anual de 26°C. As cultivares de café arábica avaliadas foram: 'Topázio MG-1190', 'Obatã IAC 1669-20', 'Catuaí Amarelo IAC 86' e 'Catuaí Vermelho IAC 81'.

O plantio se deu em novembro de 2000, adotando-se o espaçamento de 2 x 1 m. A partir de 2007, foi instalado um sistema de irrigação por aspersão convencional fixo, com turno de rega de uma vez por semana. O manejo da irrigação foi via clima, sendo a evapotranspiração de referência (ETo) determinada pelo método Hargreaves e Samani (1985).

A colheita foi realizada em abril de 2012, de forma não seletiva e derriça manual em peneira. Foram colhidas 24 plantas por cultivar, sendo contabilizados o volume e o peso de café da roça por planta ($CR.pl^{-1}$). Do total de café da roça colhido por cultivar, foi retirada uma amostra de 2 kg, sendo essa acondicionada em sacola telada, destinada a secagem em terreiro até ± 12% de umidade, caracterizando-se o café em coco (CC). A amostra de café em coco foi beneficiada e pesada, transformando-se os dados obtidos em gramas de café beneficiado por planta e ajustados em sacas beneficiadas de 60 $kg.ha^{-1}$ ($CB.pl^{-1}$).

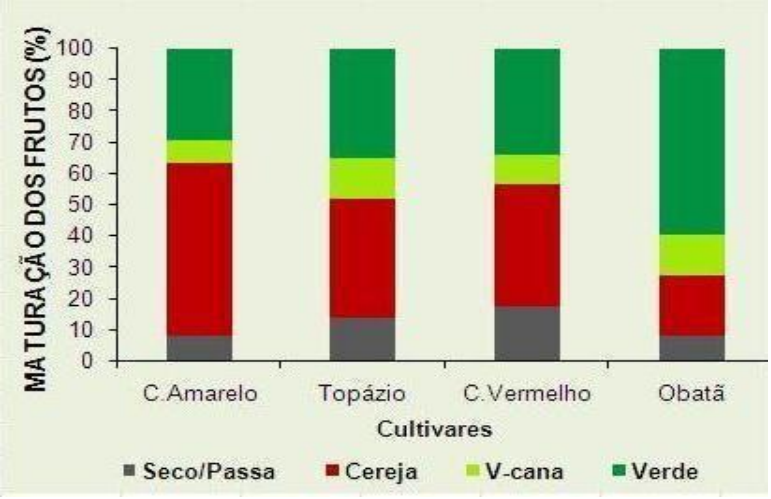
A partir da produção por cultivar, foi determinada a relação peso/volume em cada etapa de secagem e rendimento. A densidade foi obtida pela relação entre o peso e volume das amostras.

Para determinação da porcentagem de frutos cereja, verde-cana, verde, passa e seco foram amostrados 100 gramas da mistura homogeneizada de cada cultivar. Após a separação, os frutos do cafeeiro arábica, em diferentes estádios de maturação, foram pesados, sendo obtido o valor percentual correspondente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, são apresentados os valores médios dos frutos de cultivares de café arábica em diferentes estádios de maturação.

Figura 1. Valores percentuais da maturação dos frutos de cultivares do café arábica sob manejo irrigado e em baixa altitude, no sul do Estado do Espírito Santo.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota-se que a cultivar Obatã apresentou maior percentual de frutos verdes, com aproximadamente 60%, enquanto que nas demais cultivares, os valores foram próximos a 30%. Isso compromete o rendimento e qualidade da bebida, visto que frutos verdes não apresentam o máximo acúmulo possível de matéria seca, bem como não possuem o desejado equilíbrio entre seus componentes. Desse modo, além de se constituírem em defeitos que depreciam o tipo de café, os frutos quando colhidos ainda verdes pesam menos que os cerejas, o que poderá atingir um índice de até 20% de perdas em relação ao rendimento final (FREIRE; MIGUEL,1985).

Em relação aos frutos secos e passas, os maiores valores ocorreram nas cultivares Topázio e Catuaí Vermelho, estando relacionado com a permanência dos frutos na lavoura após seu completo amadurecimento, o que implica em decréscimos de rendimento e qualidade. Com isso, os elevados valores de frutos secos/passas das cultivares Topázio e Catuaí Vermelho podem comprometer o seu rendimento e a qualidade (Figura 1).

Na qualidade dos frutos, um dos aspectos importantes é o seu rendimento, que corresponde

à relação entre o peso dos frutos e os grãos beneficiados. Essa característica entre peso e volume varia com a espécie vegetal, genética da variedade, idade das plantas, maturação dos frutos, umidade do fruto e grão, processamento pós-colheita, manejo adotado na lavoura, suprimento de água, dentre outros aspectos (DARDENGO e AZEVEDO, 2008). De acordo com Matiello et al. (2007), a densidade dos frutos de café arábica é de 0,6 kg L^{-1} no pós-colheita (Café da Roça), de 0,42 kg L^{-1} após secagem (Café em Coco- CC) e de 0,76 kg L^{-1} para o café beneficiado, apresentando rendimento coco/beneficiado de 50%, ou seja, 2 kg CC para 1 kg café beneficiado.

Na Tabela 1, percebe-se que nas cultivares estudadas, os valores de densidade do café da roça variou entre 0,66 a 0,7 kg L^{-1}; de 0,29 a 0,33 kg L^{-1} para café em coco e de 0,52 a 0,62 para o café beneficiado, sendo esses inferiores aos obtidos por Matiello et al. (2007). Com isso, o rendimento coco/beneficiado foi de 52,6%, 45,8%, 51,7% e 48,5%, para as cultivares Topázio, Obatã, Catuaí Amarelo e Catuaí Vermelho, respectivamente. Donde depreende-se que o baixo rendimento da cultivar Obatã está relacionado ao maior percentual de frutos verdes.

Tabela 1.Valores médios da relação entre peso e volume nas etapas de secagem dos frutos de cultivares de café arábica sob manejo irrigado e em baixa altitude, no sul do Estado do Espírito Santo.

Cultivar	Café da Roça – CR			Café em Coco – CC			Café Beneficiado – CB		
	Peso (kg)	Vol. (L)	Ds (kg L^{-1})	Peso (kg)	Vol. (L)	Ds (kg L^{-1})	Peso (kg)	Vol. (L)	Ds (kg L^{-1})
Topázio	2	3,58	0,56	0,59	1,9	0,31	0,31	0,62	0,5
Obatã	2	3,55	0,56	0,59	2,07	0,29	0,27	0,52	0,51
Catuaí A.	2	3,25	0,62	0,58	1,75	0,33	0,3	0, 52	0,58
Catuaí V.	2	3,63	0,55	0,66	2,1	0,31	0,32	0,58	0,56

Fonte: Elaborado pelos autores.

De acordo com Ferrão et al. (2010), os frutos de café arábica colhidos verdes resultam em perdas de 20,49%, o que corresponde a cerca de 13 sacas de café beneficiado de 60 kg ha^{-1}. Em geral, nas variedades de café arábica o rendimento é de 5 a 5,5 kg de frutos cerejas para 1 kg de café beneficiado. Tais afirmações vêm de encontro aos resultados obtidos nesta pesquisa, em que verifica-se o mais baixo rendimento da cultivar Obatã, sendo necessários para 7,43 Kg.CR/ kgCB, o que corresponde a 444,6 kg CR sc^{-1} de 60 kg de CB com quebra de 9,9 balaios de 80 L sc^{-1}. Em contrapartida, na cultivar Catuaí Amarelo, que apresentou o maior percentual de frutos cerejas, com rendimento de 6,67 KgCR/ kg CB, o que corresponde a 400,2 kgCR.sc^{-1} de 60 kg de CB, com quebra de 8,1 balaios de 80 L.sc^{-1} (Tabela2). Observa-se também que a produtividade variou entre 38,4 a 51,2 sc de 60 kg de

CB.ha-¹, sendo a cv. Topázio e Obatã as mais produtivas. O valor médio de produtividade foi de 45,4 sc ha-¹, o que supera em 2,8 vezes a produtividade média do café arábica no Estado do Espírito Santo (CONAB,2012).

Tabela 2. Rendimento, produção, quebra e produtividade de cultivares de café arábica sob manejo irrigado e em baixa altitude, no sul do Estado do Espírito Santo.

Cultivar	Rendimento		Quebra	Produtividade
	Kg CR: KgCB	Kg CC: KgCB	Nº Balaios 80 Lsc-¹	sc 60 kg ha-¹
Topázio	6,45 : 1	1,9 : 1	8,7 : 1	51,2
Obatã	7,41 : 1	2,2 : 1	9,9 : 1	51,0
Catuaí Amarelo	6,67 : 1	1,9 : 1	8,1 : 1	41,1
Catuaí Vermelho	6,25 : 1	2,0 : 1	9,8 : 1	38,4

Kg CR: quilograma de café da roça; Kg CB: quilograma de café beneficiado; Kg CC: quilograma de café em coco.

Fonte: Elaborado pelos autores.

4. CONCLUSÕES

Houve influência do estádio de maturação dos frutos no rendimento de cultivares de café arábica.

A cultivar Catuaí Amarelo apresentou maior percentual de frutos cerejas, maior rendimento e menor quebra.

A produtividade média de cultivares café arábica irrigado cultivado em baixa altitude foi de 45,4 sacas/hectare, superando a produtividade média do café arábica no Estado do Espírito Santo.

REFERÊNCIAS

BARTHOLO, G. F.; GUIMARÃES, P. T. G. Cuidados na colheita e preparo do café.Caxambu, MG. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2008. p.174-175.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira Café Safra 2012, terceira estimativa, set/2012. Disponível em:<http://www.conab.gov.br.>Acesso em: agos. 2012.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra rasileira Café Safra 2012, terceira estimativa, set/2012. Disponível em: http://www.conab.gov.br> Acesso em: ago. 2012.

DARDENGO, M. C. J. D; AZEVEDO, J. M. G de. Rendimento dos frutos do cafeeiro conilon nas etapas de secagem em lavouras da Escola Agrotécnica Federal de Alegre-ES.

In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 34.,

FERRÃO, M. A. G.; FERRÃO, R. G.; FORNAZIER, M. J. et al. Técnicas de produção de café arábica: renovação e revigoramento das lavouras no Estado do Espírito Santo. Vitória, ES, Incaper, 2008 (Incaper, Circular Técnica n. 05-1).

FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da.; FERRÃO, R. G.; LEITE, M. do S. R. da

FERRÃO, M. A. G.; MELLO, E. V.; ALIXANDRE, F. T.; et al. Produza seu café com excelência de qualidade e obtenha mais lucro e melhores oportunidades de mercado. Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural – Incaper. Vitória-ES, 2010 (Incaper, Documento Nº184).

FREIRE, A. C. F.; MIGUEL, A. C. Rendimento e qualidade do café colhido nos diversos estádios de maturação em Vargianha-MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 12., 1985, Caxambu. Rio de Janeiro: MIC/IBC, 1985. p.210-214.

KARASAWA, S.; FARIA, M. A. de; GUIMARÃES, R. J. Influência da irrigação e do parcelamento de fertirrigação sobre a produtividade, rendimento e qualidade do café (*Coffea arabica* L. cv. Topázio MG-1190). **Ciência Agrotecnologia,** Lavras. Edição Especial, p.1427-1438, 2002.

MATIELLO, J. B.; OLIVEIRA, E. G.; TEIXEIRA, E. J. H. Rendimento de frutos verdes e maduros de cafeeiros conilon nas diversas fases do preparo pós-colheita. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 33., Caxambu, MG. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2007. p.78-79.

MEDINA FILHO, H.P.; BORDIGNON, R. Rendimento intrínseco: um critério adicional para selecionar cafeeiros mais rentáveis. **O Agronômico**, Campinas, v.55, n.2, p.24- 26 , 2003.

NOGUEIRA, A. M.; CARVALHO, S. P. de; BARTHOLO, G. F.; MENDES, A. N. G. Avaliação da maturação dos frutos de linhagens das cultivares Catuaí Amarelo e Catuaí Vermelho (*Coffea arabica* L.) plantadas individualmente e em combinações. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 18-26, 2005.

S. F.; CALIMAN, L. F.; FIALHO, G. S. Comportamento de genótipos de café arábica em condição de baixa altitude no estado do Espírito Santo. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DE CAFÉS DO BRASIL, 5., Águas de Lindóia, SP. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2007.

CAPÍTULO IV

BIOCARVÃO E ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUINOCULTURA: EFEITOS NO DESENVOLVIMENTO INICIAL, NUTRIÇÃO DO CAFEEIRO CONILON E ALTERAÇÕES EM ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO

Leidiane de Souza Azevedo
Alex Justino Zacarias
Otacílio José Passos Rangel
Julio Cesar Machado Baptestini
Renato Ribeiro Passos

1. INTRODUÇÃO

Diante do aumento da população mundial, da demanda por alimentos, com o aumento na pressão sobre os recursos naturais e, consequentemente, intensificação da degradação do planeta, pesquisadores do mundo inteiro têm realizado trabalhos visando o desenvolvimento de uma agricultura de baixo impacto ambiental, preconizando o aproveitamento sustentável de todos os recursos presentes nas propriedades rurais, usando o mínimo possível de insumos externos, como os fertilizantes, herbicidas e inseticidas (LOPES, 2012).

Entretanto, o biocarvão ou biochar pode ser uma alternativa para a diminuição dos insumos, pois se refere ao produto oriundo da decomposição térmica de materiais orgânicos de origem vegetal ou animal, sob baixa disponibilidade de oxigênio e temperaturas que podem variar entre 350º a 700°C (LEHMANN & JOSEPH, 2009; SHACKLEY et al., 2012; SRINIVASAN et al., 2015).

A alta concentração de carbono nos biocarvões é um dos fatores que mais chamam a atenção dos pesquisadores para utilização desse material como condicionador de solos. Além disso, vários pesquisadores relatam os efeitos benéficos dos biocarvões nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (NÓBREGA, 2011). A adição desse material ao solo promove acréscimos na capacidade de troca de cátions - CTC (SINGH et al., 2015), pH e disponibilidade de nutrientes para as plantas (EL-NAGGAR et al., 2015).

A estimativa de safra de café conilon para o Espírito Santo no ano de 2018, indica uma produção entre 7,7 e 8,7 milhões de sacas, numa área plantada de 256,55 mil hectares (CONAB, 2018). Cada saca de café beneficiada resulta na geração de 50 a 60 kg de palha de café, que pode ser usada na adubação orgânica do próprio cafeeiro (MATIELLO et al., 2010). No entanto, a maioria dos produtores não retorna com a palha para a lavoura, descartando esse material em locais inapropriados, geralmente próximos às áreas de beneficiamento dos grãos de café, incorrendo no acúmulo de “montanhas” de palha. A

decomposição desse material gera um enorme volume de chorume, que pode contaminar os lençóis freáticos e grandes extensões de solo. Além do mais, essas pilhas de resíduo podem contribuir para proliferação de vetores de doença e animais peçonhentos.

A diminuição da disponibilidade dos recursos hídricos e a deterioração da qualidade das águas superficiais e subterrâneas apontam para a necessidade de um aproveitamento racional desse precioso recurso. No Espírito Santo, a prática da irrigação é a maior consumidora de água, entre os diversos usos desse recurso natural no Estado. Dessa forma, faz-se premente a necessidade de redução do consumo de água na agricultura, e a água residuária de suinocultura (ARS) apresenta-se como uma alternativa viável para irrigação de culturas agrícolas, reduzindo a pressão sobre os mananciais hídricos do Estado. Dentre os resíduos agrícolas com potencial para utilização em substituição à água na irrigação destaca-se a ARS, que além de atuar atendendo a demanda hídrica, contém macro e micronutrientes que potencializam seu uso na fertirrigação de culturas agrícolas.

Diante do exposto, denota-se que a palha de café carbonizada (biocarvão) e a ARS apresentam grande potencial na melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, com consequências para o desenvolvimento das plantas. No entanto, pesquisas com produção de condicionadores de solo à base de materiais carbonizados ainda são escassas no estado do Espírito Santo. A cafeicultura capixaba demanda de mais pesquisas inovadoras a fim de gerar conhecimento e tecnologias para o aproveitamento da palha de café, seja para fins agronômicos ou ambientais, resultando em uma destinação viável, economicamente e ambientalmente correta, para esse resíduo. Desse modo, o presente estudo teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes doses de biocarvão, proveniente da palha de café conilon, associado com a aplicação da água residuária de suinocultura, no desenvolvimento e nutrição de plantas de café conilon e as alterações nas propriedades químicas do solo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação localizada no Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes) - campus de Alegre, no distrito de Rive, Alegre-ES, no período de agosto de 2016 a julho de 2017.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), num fatorial 5x2, com três repetições. Os tratamentos consistiram da combinação de cinco doses de biocarvão de palha de café conilon, equivalentes a 0, 5, 10, 15 e 20 t/ha (correspondeu a 0, 25, 50, 75 e 100 g/vaso) com duas águas de irrigação (água residuária de suinocultura - ARS e água bruta - AB).

Para a obtenção do biocarvão, a palha do café foi acondicionada em um reator de pirólise

instalado no Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAE - UFES), sendo carbonizada a 350ºC numa taxa de aquecimento de 6°C/minuto e tempo de residência de 60 min. As características químicas do biocarvão são apresentadas na tabela1. O biocarvão foi passado em peneira de 2 mm para homogeneizar o tamanho das partículas.

Tabela 1. Caracterização química do biocarvão produzido com palha de café conilon a temperatura de 350ºC

Atributo	Unidade	Valores
pH (em água)	-	8,94
Cinzas (%)	%	13,66
CTC	$cmol_c/dm^3$	296,99
K	g/dm^3	62,36
Ca	g/dm^3	1,85
Mg	g/dm^3	0,88
P	g/dm^3	0,39
C	%	55,69
N	%	3,52
H	%	4,36
O	%	36,43
H/C	-	0,94
O/C	-	0,49
C/N	-	18,45

Potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e fósforo (P) obtidos por extração total pela incineração das amostras em forno tipo mufla (550°C; 4 h), com a solubilização das cinzas em HCl 0,5 mol/L e dosagem por espectrofotometria de absorção atômica; K, Ca e Mg solúveis, obtidos por extração em solução de HCl 0,1 mol/L e dosagem por espectrofotometria de absorção atômica; carbono (C) obtido por oxidação da matéria orgânica por via úmida, utilizando-se solução de $K_2Cr_2O_7$ em meio ácido; nitrogênio (N) pelo método de Kjeldahl; teores totais de C, H, N e O obtidos em analisador elementar
Fonte: Dados da pesquisa.

A ARS utilizada foi coletada no setor de suinocultura do Ifes - campus de Alegre, de origem do tratamento em biodigestor dos dejetos de suínos. A ARS utilizada no experimento foi armazenada em bombona de 200 L. A AB foi originária da água de abastecimento do campus, sem tratamento e adição de cloro. A análise da ARS foi realizada no laboratório de hidráulica e irrigação do CCAE - UFES e no laboratório Fullin (laboratório de análise agronômica, ambiental e preparo de soluções químicas), no município de Linhares – ES, cujos resultados são apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Caracterização química da água residuária de suinocultura (ARS) utilizada na irrigação do cafeeiro

Parâmetro Analisado	Unidade	Resultado da Análise
Condutividade Elétrica (C.E.)	dS/m	5,37
pH	-	7,9
Razão de Adsorção Sódio (RAS)	-	0,83
Ferro reduzido (Fe^{2+})	mg/L	-
Ferro oxidado (Fe^{3+})	mg/L	-
Ferro (Fe) Total	mg/L	0,32
Sódio (Na)	mg/L	1,76
Cloro (Cl)	mg/L	0,60
Carbonato (CO_3^-)	mg/L	4,00
Sulfato (SO_4^{2-})	mg/L	2,03
Fósforo (PO_4^{3-})	mg/L	1,66
Potássio (K)	mg/L	66,0
Cálcio (Ca)	mg/L	6,29
Magnésio (Mg)	mg/L	2,80
Boro (B)	mg/L	2,12
Manganês (Mn)	mg/L	0,23
Alumínio (Al)	mg/L	-
Nitrogênio (N) (NO_3^-)	mg/L	-

Fonte: Dados da pesquisa.

O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho-Amarelo, coletado no Ifes - campus de Alegre na profundidade 0-40 cm e peneirado em peneira de 4 mm de abertura, cujas características físicas e químicas, analisadas seguindo-se protocolos descritos em Embrapa (1997), são observadas na tabela 3.

Tabela 3. Caracterização física e química do solo utilizado no experimento

Atributos	Teores
Argila (%)	49,0
Areia total (%)	46,0
Silte (%)	5,0
pH	5,29
Ca^{2+}($cmol_c/dm^3$)	0,87
Mg^{2+}($cmol_c/dm^3$)	1,17
P (Mehlich-1) (mg/dm^3)	8,03
K^+(mg/dm^3)	36
Na^+(mg/dm^3)	0,0
Al^{3+}($cmol_c/dm^3$)	0,1
H+Al^{3+}($cmol_c/dm^3$)	2,64
T ($cmol_c/dm^3$)	4,77
m (%)	4,48
V (%)	44,66

Fonte: Dados da pesquisa.

O solo foi incubado por 21 dias com as doses de biocarvão, adubo fosfatado e calcário para

a correção da acidez do solo. Após esse período foi feito uma análise de solo de cada tratamento, cujos resultados estão expressos na Tabela 4. De acordo com essa análise foi notado um grande aumento dos teores de potássio no solo, dispensando o uso da adubação potássica. Foram realizadas três aplicações de 3g de uréia, sendo a primeira após os 30 dias da implantação do experimento, a segunda após 60 dias, e a terceira com 90 dias. A calagem foi calculada para elevar a saturação por bases do solo (V) a 60%, com a dose corrigida para o volume de solo dos vasos. Foram utilizadas mudas de café conilon (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner) da cultivar 'EMCAPER 8151 – Robusta Tropical', com 9 meses de idade, com média de 20,85 cm de altura. Foi cultivada uma muda por vaso (com capacidade de 10 litros), preenchidos com os tratamentos referentes ao solo incubado com biocarvão e adubação recomendada para a cultura (para suprimento de N e P) (NOVAIS et al., 1991). Diariamente foi realizada a irrigação das mudas com ARS ou AB, de forma a atender a demanda hídrica do cafeeiro, mantendo 60% do volume total de poros preenchida com água, através da pesagem dos vasos.

Tabela 4. Caracterização química das amostras de solo de cada tratamento (média de três repetições) ao término do período de incubação (21 dias)

Trat	pH	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T	V
	H_2O	mg/dm^3			cmol$_c$/dm^3							%
E1T1	6,65	3,91	54,67	7,67	2,11	1,13	0,00	0,63	3,42	3,42	4,05	84,66
E1T2	6,80	4,91	123,00	8,00	2,07	1,21	0,00	0,33	3,62	3,62	4,16	91,77
E1T3	6,85	6,02	196,67	9,00	2,15	1,23	0,00	0,25	3,92	3,92	4,17	94,06
E1T4	6,97	7,65	287,67	9,33	2,12	1,18	0,00	0,06	4,08	4,08	4,13	98,64
E1T5	7,04	9,08	396,67	10,00	2,10	1,19	0,00	0,00	4,35	4,35	4,35	100,00
E2T1	6,86	4,26	56,00	8,67	2,52	1,35	0,00	0,11	4,05	4,05	4,16	97,39
E2T2	6,83	5,10	132,33	9,00	2,16	1,26	0,00	0,11	3,81	3,81	3,92	97,18
E2T3	6,91	6,73	215,67	9,33	2,27	1,24	0,00	0,27	4,10	4,10	4,37	93,85
E2T4	6,96	7,86	320,00	9,67	2,14	1,17	0,00	0,05	4,17	4,17	4,23	98,70
E2T5	7,15	9,40	389,33	10,33	2,19	1,15	0,00	0,00	4,38	4,38	4,38	100,00

E1T1: ARS e 0t/ha de biocarvão; E1T2: ARS e 5t/ha de biocarvão; E1T3: ARS e 10t/ha de biocarvão; E1T4:ARS e 15t/ha de biocarvão; E1T5: ARS e 20t/ha de biocarvão; E2T1: AB e 0t/ha de biocarvão; E2T2: AB e 5t/ha de biocarvão; E2T3: AB e 10t/ha de biocarvão;E2T4: AB e 5t/ha de biocarvão; E2T5: AB e 20t/ha de biocarvão.
Fonte: Dados da pesquisa.

O experimento foi conduzido por 150 dias em casa de vegetação. Findo esse período, foram avaliados os seguintes parâmetros morfoagronômicos de desenvolvimento vegetativo do cafeeiro: altura da planta (cm); diâmetro do caule (mm); número de ramos plagiotrópicos; comprimento do maior ramo plagiotrópico (cm); número total de nós; massa fresca e massa seca da parte aérea, raiz e total (g).

O material vegetal correspondente à parte aérea foi colocado em estufa de circulação forçada

de ar, a 65ºC, até atingir massa constante, sendo posteriormente triturado em moinho tipo Willey e digerido para análise do estado nutricional das plantas de café. Foram avaliados os teores de K, Ca, Mg, Cu e Zn. Com base nos teores dos nutrientes e na produção de massa seca da parte aérea realizou-se o cálculo do acúmulo de nutrientes.

Ao final do período experimental, no solo das diferentes unidades experimentais, foram analisados os valores de pH em água, P, K, Ca, Mg, Na, Al, H+Al, Cu e Zn, segundo Embrapa (1997). A partir dos resultados dos atributos químicos do solo foram calculados a capacidade de trocas catiônica (CTC) efetiva e potencial, a saturação por bases (V) e a saturação por alumínio (m).

Para a avaliação do efeito das doses de biocarvão sobre os diferentes atributos avaliados em solo e em plantas de café, foi realizada a análise de regressão, sendo os modelos escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t de Student ao nível de 5 % de probabilidade e o coeficiente de determinação (R^2). As possíveis diferenças entre as águas de irrigação (ARS e AB) foram avaliadas pelo teste F da análise de variância, ao nível de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram efetuadas por meio do software computacional SISVAR (FERREIRA, 2000).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para todas as variáveis analisadas em solo e plantas de café, não houve efeito das diferentes doses de biocarvão, razão pela qual não são apresentadas as equações de regressão dos efeitos da variável quantitativa. Resultados semelhantes foram encontrados por Liang et al. (2014), onde não foram encontraram diferenças significativas na produtividade de milho e trigo com a aplicação de carvão pirogênico (30, 60 ou 90 t/ha), durante três anos de avaliação.

Apesar da ausência de respostas significativas, observou-se uma tendência de maior produção de MSPA, MSR e MST nas mudas irrigadas com água residuária de suinocultura (ARS). Esse efeito pode estar associado à presença de nutrientes nesse tipo de efluente.

Quando avaliadas as águas de irrigação, as plantas submetidas à ARS apresentaram maiores valores de crescimento. Assim, os valores de altura total (AT) para as doses de 0 e 15 t/ha, com médias de 44,2 e 47,8 cm, foram maiores nos vasos irrigados com a ARS. Nas demais doses, 5, 10 e 20 t/ha, não houve diferença estatística (Tabela 5).

Tabela 5. Altura da planta (AT), diâmetro do caule (DC), número de ramos plagiotrópicos (NRP), comprimento do maior ramo plagiotrópico (CMRP), números de nós (NN), matéria fresca raiz (MFR), matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria fresca total (MFT), matéria seca da raiz (MSR), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca Total (MST) de plantas de café conilon cultivadas em vasos com diferentes doses de biocarvão de palha de café conilon e irrigadas com água residuária de suinocultura (ARS) e água bruta (AB)

Águas	**Doses de biocarvão (t/ha)**				
	0	5	10	15	20
			AT (cm)		
ARS	44,2 a	42,4 a	40,2 a	47,8 a	41,7 a
AB	39,2 b	39,6 a	37,9 a	38,0 b	40,2 a
			DC (mm)		
ARS	8,0 a	7,8 a	7,8 a	9,3 a	7,6 a
AB	8,0 a	6,7 a	7,4 a	6,9 b	7,5 a
			NRP		
ARS	4,0 a	4,7 a	4,0 a	7,0 a	4,0 a
AB	4,0 a	3,4 a	2,7 a	3,3 b	3,3 a
			CMRP (cm)		
ARS	10,0 a	16,2 a	9,5 a	18,7 a	11,2 a
AB	14,2 a	9,2 a	8,3 a	9,7 b	12,5 a
			NN		
ARS	17,7 a	22,0 a	17,3 a	38,0 a	24,0 a
AB	18,7 a	20,0 a	15,3 a	22,0 b	25,7 a
			MFR (g)		
ARS	14,1 a	13,9 a	8,9 b	25,4 a	18,0 a
AB	19,3 a	17,0 a	26,2 a	22,8 a	18,9 a
			MFPA (g)		
ARS	36,0 a	57,4 a	39,8 a	90,6 a	43,7 a
AB	46,8 a	37,6 a	37,5 a	36,2 b	34,2 a
			MFT (g)		
ARS	50,1 a	71,3 a	48,7 a	116,09 a	61,8 a
AB	66,1 a	54,6 a	63,7 a	59,0 b	62,1 a
			MSR (g)		
ARS	4,8 a	5,5 a	3,7 b	6,8 a	6,0 a
AB	6,9 a	6,4 a	10,0 a	6,9 a	9,3 a
			MSPA (g)		
ARS	18,1 a	28,2 a	17,2 a	34,1 a	15,4 a
AB	19,4 a	15,6 b	13,3 a	14,8 b	17,7 a
			MST (g)		
ARS	23,0 a	33,7 a	20,9 a	40,9 a	24,7 a
AB	26,3 a	22,4 b	23,2 a	21,6 b	23,7 a

As médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.
Fonte: Dados da pesquisa.

Deste modo, a ARS utilizada proporcionou um bom desenvolvimento das mudas, com ênfase em sua altura, fato que também foi observado por Pelissari et al. (2009) ao utilizarem dejetos líquidos de suínos, onde relataram que a ARS produziu maior efeito positivo para altura de mudas de eucalipto. O mesmo foi observado no presente trabalho com mudas de café. É essencial que a planta esteja bem suprida de nutrientes para um melhor desenvolvimento. A utilização das águas residuárias tratadas na agricultura servem como

fonte de nutrientes para as culturas (SANDRI et al., 2007). Quando se faz aplicação dessas águas na superfície do solo, ocorrem processos de depuração de natureza física, química e biológica no sistema solo – planta – água (MATOS et al., 2005; LO MONACO, 2005). Assim, as plantas utilizam os nutrientes disponibilizados por essas águas e extraem macro e micronutrientes necessários para o seu desenvolvimento, evitando seu acúmulo no solo (MATOS et al., 2003). Para Souza et al., (2005), além de suprir as necessidades hídricas do cafeeiro, as águas residuárias suplementam completamente alguns nutrientes e parcialmente outros.

Em relação a outros parâmetros que foram avaliados, como diâmetro do caule (DC), números de ramos plagiotrópicos (NRP), números de nós (NN), matéria fresca parte aérea (MFPA), matéria fresca total (MFT), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca total (MST), a dose de 15 t/ha de biocarvão apresentou as maiores médias com 9,3 mm de (DC), 7 (NRP), 38,0 (NN), 90,6 g (MFPA), 116,09 g (MFT), 34,1 g (MSP) e 40,9 g (MST), quando as plantas foram irrigadas com ARS. Sendo assim, a ARS sobressaiu-se em relação à AB no desenvolvimento do cafeeiro conilon, para a dose de 15 t/ha de biocarvão. A variável MST apresentou diferenças entre águas de irrigação nas doses 5 e 15 t/ha de biocarvão, com os melhores resultados para as plantas irrigadas com ARS. Resultado semelhante foi observado para a variável MSPA, onde na dose de 5t/ha de biocarvão a melhor resposta foi obtida no tratamento com aplicação da ARS.

Apenas para a variável matéria fresca da raiz (MFR), observou-se um efeito significativo superior pela irrigação com AB em relação ARS, quando se aplicou a dose de 10 t/ha de biocarvão. Para a variável comprimento do maior ramo plagiotrópico (CMRP), não foram observadas diferenças significativas da utilização das diferentes águas na irrigação (Tabela 5). Vários estudos comprovaram a importância da irrigação com efluentes para suprir, em parte, as quantidades dos nutrientes, principalmente nitrogênio, fósforo e potássio requeridos pelas culturas, chegando a aumentar a produtividade agrícola (KOURA et al., 2002).

Os resultados obtidos para a produção de MSPA foram semelhantes aqueles obtidos para a MST, o que é uma característica importante, pois segundo Nascimento (2012) estas variáveis estão relacionadas ao crescimento da planta, e quanto maior os valores melhores a qualidade da muda. Para Novais et al., (1982), o N e o P são o nutrientes mais requeridos nos estágios iniciais da mudas, assim o peso da massa seca pode estar relacionado com a presença dos possíveis nutrientes disponibilizados pela ARS utilizada na irrigação.

As ausências de respostas significativas da aplicação do biocarvão no crescimento das mudas de café podem estar relacionadas a dois fatores principais: i) os efeitos do biocarvão nas propriedades do solo e desenvolvimento do cafeeiro, em função de sua natureza

orgânica, demandam estudos conduzidos por período maior do que o avaliado no presente trabalho; ii) o cafeeiro por ser uma cultura de ciclo perene responde mais lentamente às mudanças nos sistemas de manejo. Isso indica a necessidade de continuidade dos estudos por maior período de tempo, a fim de se observar possíveis efeitos do biocarvão na taxa de crescimento das mudas de cafeeiro conilon.

Os resultados apresentados indicam que as principais respostas significativas no desenvolvimento das plantas de café conilon ocorreram pela aplicação da ARS. Esses resultados certamente estão associados à presença de nutrientes na ARS. Segundo Medeiros et al., (2008) o efeito fertilizante das águas residuárias já foi comprovado em inúmeros estudos para a cultura cafeeira. Os principais efeitos da irrigação com ARS sobre os atributos químicos do solo foram observados para pH, P, K, Na, ISNa, T, V e Cu (Tabela 6).

Observou-se que para todos os tratamentos, nas doses de biocarvão até 15 t/ha, ocorreu incremento significativo nos valores de pH dos tratamentos com aplicação da ARS, sendo assim o pH variou 5,2 a 5,4, com valores superiores aos verificados nos tratamentos irrigados com AB. Mesmo nas parcelas onde houve elevação nos valores de pH, estes são considerados baixos para o desenvolvimento e a nutrição das mudas do cafeeiro, cujos valores de pH deveriam se encontrar na faixa de 6,0 a 6,5 (PREZOTTI et al., 2007). O pH é de extrema importância, pois determina a disponibilidade dos nutrientes contidos no solo ou a ele adicionados e também a absorção dos nutrientes pelas plantas. A maior parte dos nutrientes (K, Ca, Mg, N, S, B e P) estão menos disponíveis para as plantas em valores baixos de pH. No entanto, micronutrientes como Fe, Cu, Mn e Zn mostram comportamento inverso (ALCARDE et al., 1991), com aumento da disponibilidade em solos ácidos.

Tabela 6. Atributos químicos do solo cultivado com cafeeiro submetido a diferentes águas de irrigação (água residuária de suinocultura-ARS e água bruta - AB) e doses de biocarvão de palha de café

Aguas	Doses de biocarvão (t/ha)				
	0	5	10	15	20
			pH		
ARS	5,4 a	5,4 a	5,2 a	5,4 a	5,3 a
AB	4,6 b	4,6 b	4,7 b	4,7 b	4,9 a
			P (mg/kg)		
ARS	297,6 a	288,2 a	270,8 a	230,6 a	199,4 a
AB	73,6 b	65,6 b	55,4 b	84,6 b	76,3 b
			K (mg/kg)		
ARS	1426,7 a	2013,3 a	2113,3 a	1654,7 a	2166,7 a
AB	66,7 b	186,0 b	282,0 b	208,7b	443,7 b
			Ca ($cmol_c/dm^3$)		
ARS	11,3 a	16,6 a	19,0 a	11,7 a	13,6 a
AB	12,7 a	8,4 a	7,5 b	6,6 b	7,7 b
			Mg ($cmol_c/dm^3$)		
ARS	3,6 a	5,7 a	5,4 a	1,6 a	1,1 a
AB	1,1 b	0,8 b	1,4 b	1,4 a	1,1 a
			Al ($cmol_c/dm^3$)		
ARS	0,1 a	0,1 a	0,1 a	0,08 a	0,06 a
AB	0,1 a	0,1 a	0,1 a	0,08 a	0,06 a
			H+Al($cmol_c/dm^3$)		
ARS	3,2 a	3,1 a	4,2 a	3,5 a	3,6 a
AB	3,9 a	4,1 a	3,5 a	4,2 a	3,7 a
			Na (mg/kg)		
ARS	409,0 a	623,7 a	580,7 a	407,0 b	481,3 a
AB	42,7 b	63,0 b	75,0 b	45,0 a	59,3 b
			ISNa (%)		
ARS	7,4 a	8,1 a	6,6 a	7,2 a	8,0 a
AB	1,6 b	1,8 b	2,7 b	1,5 b	1,7 b
			T ($cmol_c/dm^3$)		
ARS	20,4 a	30,2 a	32,4 a	19,3 a	22,5 a
AB	7,6 b	10,1 b	6,7 b	9,0 b	10,3 b
			V (%)		
ARS	85,7 a	90,5 a	87,3 a	82,6 a	86,3 a
AB	65,7 b	70,0 b	73,2 b	66,7 b	72,6 b
			m (%)		
ARS	0,4 b	0,2 b	0,4 a	0,3 a	0,3 a
AB	1,9 a	1,4 a	1,1 a	0,9 a	0,7 a
			Cu ($cmol_c/dm^3$)		
ARS	0,4 a	0,5 a	0,5 a	0,3 a	0,3 a
AB	0,08 b	0,08 b	0,08 b	0,08 b	0,07 b
			Zn ($cmol_c/dm^3$)		
ARS	0,5 a	0,7 a	0,6 a	0,4 a	0,4 a
AB	0,2 b	0,1 b	0,1 b	0,2 b	0,1 b

Médias seguidas da mesma letra na linha, em cada atributo do solo, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.
Fonte: Dados da pesquisa.

Para o parâmetro P disponível, observou-se diferença entre as formas de irrigação em todas as doses de biocarvão de palha de café. O teor de P disponível no solo antes da incubação com as diferentes doses de biocarvão era de 8,03 mg/dm^3. Comparando as médias dos teores de P disponível apresentadas na tabela 6, percebe-se um incremento em todos os tratamentos, independente da água utilizada na irrigação das plantas de café. No entanto, cabe ressaltar que

na implantação do experimento houve adubação do solo com adubo fosfatado, visando atender a demanda nutricional do cafeeiro. Dessa forma, os incrementos nos teores de P devem ser associados à aplicação da ARS e à adubação do solo. Notou-se que a ARS elevou os teores de P disponível para valores muito superiores aqueles determinados nos tratamentos irrigados com AB, com valores até 537% maiores no solo sob aplicação da ARS.

Os altos teores de P nos tratamentos com aplicação da ARS indicam que o fornecimento deste nutriente ao solo via ARS estava sendo maior que o absorvido pelas plantas de café, levando ao acúmulo no solo. Elevação na concentração de fósforo no solo, em função do aumento da aplicação de doses de ARS, foram verificados por Prior (2008) e Berwanger (2006). O mesmo comportamento também foi observado por Queiroz et al. (2004), ao notarem aumento no teor de P disponível em relação à condição inicial com a aplicação dos dejetos de suínos, indicando um acúmulo desse macronutriente no solo.

A concentração de Na^+ e o índice de saturação por sódio (ISNa) aumentaram com as sucessivas aplicações da ARS no solo (Tabela 6). Altas concentrações de Na^+ na solução do solo em comparação com as de Ca^{2+} e de Mg^{2+} podem causar deterioração da estrutura do solo, pela dispersão dos colóides esubsequente entupimento dos macroporos, causando decréscimo na permeabilidade da água e dos gases (HOMEM et al, 2014). Nesse contexto, os acréscimos na concentração de Na^+ e do ISNa têm sido apontados como causa (BOND, 1998) ou não (BALKS et al., 1998) de alterações na condutividade hidráulica do solo, dependendo da concentração total de sais na solução.

As características do solo relacionadas com a CTC e saturação por bases (V), apresentadas na tabela 6, indicam que em relação ao início do experimento (CTC = 4,77 $cmol_c/dm^3$ e V = 44,66%) houve incremento nessas variáveis, com aumentos significativos em todas as doses de biocarvão onde houve aplicação da ARS. Esses resultados são reflexos do incremento na concentração de bases trocáveis no solo, principalmente K, nos tratamentos com ARS, uma vez que esses atributos são calculados levando-se em consideração o método de soma de bases (MEURER, 2004).

O cafeeiro apresentou, em razão dos tratamentos estudados, alto teor de nutrientes em seus tecidos (Tabela 7).

Tabela 7. Teores de macro e micronutrientes na parte aérea (P.A) e raiz de plantas de café cultivadas com o uso de diferentes águas de irrigação (água residuária de suinocultura-ARS e água bruta - AB) e doses de biocarvão de palha de café

Águas	**Doses de biocarvão (t\ha)**									
	0		5		10		15		20	
					Ca (g/kg)					
	Raiz	P.A	Raiz	P.A	Raiz	P.A	Raiz	P.A	Raiz	P.A
ARS	6,4 a	17,2 a	6,2 a	13,7 a	5,7 a	17,5 a	4,5 a	13,8 a	7,0 a	14,6 a
AB	8,8 a	14,4 a	6,9 a	13,5 a	7,4 a	8,6 b	7,1 a	12,0 a	7,6 a	10,5 a
					Mg (g/kg)					
ARS	3,1 b	4,6 a	3,1 a	3,8 a	3,7 a	4,8 a	3,4 b	3,9 a	2,8 a	4,2 a
AB	5,9 a	3,9 a	4,5 a	3,5 b	4,9 a	3,8 b	5,2 a	3,5 a	4,2 a	3,2 b
					K (g/kg)					
ARS	8,8 a	13,1 a	11,6 a	15,8 a	12,9 a	17,0 a	15,2 b	21,2 a	14,0 b	22,8 a
AB	10,4 a	11,1 a	13,1 a	12,2 b	13,2 b	13,2 b	19,3 a	14,6 b	18,3 a	14,3 b
					Cu (mg/kg)					
ARS	4,2 a	6,7 a	3,2 a	6,3 a	3,2 b	9,7 a	6,1 a	5,6 a	2,0 a	6,7 a
AB	2,2 a	7,0 a	0,8 a	7,3 a	9,5 a	7,9 a	2,4 a	4,9 a	1,7 a	4,5 a
					Zn (mg/kg)					
ARS	5,7 a	41,9 a	10,0 a	104,9a	10,5 a	33,2 a	5,2 a	44,8 a	14,0 a	41,0 a
AB	3,3 a	23,9 b	2,1 a	46,8 b	1,9 a	53,5 a	3,7 a	53,5 a	3,8 a	43,3 a

Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.
Fonte: Dados da pesquisa.

A ordem de acúmulo de nutrientes na parte aérea (PA) do cafeeiro conilon foi: K > Ca > Mg >Zn > Cu, independente da água utilizada na irrigação. Apesar dos incrementos significativos nos teores de P, K, Ca e Mg em solo pela irrigação com ARS, não foram observadas diferenças significativas no acúmulo desses nutrientes na parte aérea do cafeeiro (Tabela 8).

Os resultados apresentados na tabela 8 indicam a seguinte ordem de acúmulo de nutrientes na parte aérea do cafeeiro: K > Ca > Mg >Zn > Cu, independente da água utilizada na irrigação. As plantas de café acumularam mais Mg (na dose 5 t/ha), K (nas doses 5, 15 e 20 t/ha) e Zn (na dose 5 t/ha) nos tratamentos com aplicação da ARS, indicando que o cafeeiro não absorveu os nutrientes contidos no solo em maior disponibilidade. De acordo com Bragança (2005) e Bragança et al. (2007), embora haja um padrão biológico distinto de absorção dos nutrientes pelo cafeeiro em função das fases fenológicas e do tipo de órgão amostrado, o acúmulo de nutrientes pelo café conilon é crescente com a idade, acompanhando a curva de acúmulo de matéria seca.

Tabela 8. Acúmulo de macro e micronutrientes na parte aérea de plantas de café cultivadas com o uso de diferentes águas de irrigação (água residuária de suinocultura-ARS e água bruta - AB) e doses de biocarvão de palha de café

Águas	Doses de biocarvão (t\ha)				
	0	5	10	15	20
			Ca (g/kg)		
ARS	318,4 a	389,3 a	299,6 a	470,8 a	277,8 a
AB	276,0 a	213,5 a	229,4 a	177,0 b	184,0 a
			Mg (g/kg)		
ARS	85,0 a	109,0 a	85,4 a	133,2 a	78,7 a
AB	76,4 a	55,9 b	61,5 a	50,1 a	55,7 a
			K (g/kg)		
ARS	238,5 a	449,6 a	287,3 a	719,0 a	416,9 a
AB	216,0 a	194,3 b	220,9 a	203,9 b	255,4 b
			Cu(mg/kg)		
ARS	120,4 a	128,9 b	128,9 a	181,5 a	92,7 a
AB	136,8 a	183,5 a	122,2 a	77,5 a	119,7 a
			Zn(mg/kg)		
ARS	1249,4 a	4266,1 a	790,7 a	1480,4 a	822,3 a
AB	673,8 b	703,7 b	869,3 a	811,3 a	1140,9 a

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Dados da pesquisa.

Apesar de não terem sido descritos na literatura sintomas de toxidez pelo Na no cafeeiro, sabe-se que a toxidez pelo excesso desse nutriente causa sintomas de clorose entre as nervuras, estendendo-se para a borda da folha com limbo ligeiramente crestado e aspecto mosqueado (MAAS e HOFFMAN, 1977). Esses sintomas foram observados no experimento em alguns tratamentos com a aplicação da ARS, onde foi verificada a paralisia total no crescimento e morte das plantas. Houve morte nos tratamentos com irrigação com ARS nas doses 0 e 10t/ha de biocarvão. Esses resultados alertam para a necessidade de diluição da ARS antes da irrigação das plantas de café, visando à redução na concentração de nutrientes como o Na. Outro fator importante a se considerar na utilização da ARS na irrigação diz respeito à dispersão das argilas promovida pelo Na. O Na promove um aumento na espessura da dupla camada iônica difusa, aumentando consideravelmente a expansão das partículas de argila (FASSBENDER e BORNEMISZA, 1987), acarretando em dispersão das mesmas, formando camadas impermeáveis, dificultando o movimento de ar e de água no solo. Dias e Blanco (2010) afirmam que se houver exagero na expansão da argila, ocorrerá à fragmentação das partículas e, consequentemente, modificações na estrutura do solo. Esse rompimento de agregados do solo é indesejável, visto que causa grande impacto ambiental por também liberar de forma excessiva, nutrientes e biocidas utilizados na agricultura (MOURA FILHO e BUOL, 1976). Além disso, o efeito de expansão, dispersão e migração das partículas de argila nos poros condutores interferem na condutividade hidráulica e na permeabilidade do solo à água (RHOADES e INGVALSON, 1969).

O uso da ARS na irrigação do cafeeiro aumentou a concentração de (Na) no solo e sua CTC

(T), dados que corroboram com os resultados encontrados por Silva (2002). Em se tratando do Na, o mais importante é verificar sua concentração relativa no complexo sortido, a qual é dada pelo ISNA.

4. CONCLUSÕES

Não houve efeito significativo das doses de biocarvão de palha de café no desenvolvimento inicial do cafeeiro conilon. Porém, quando analisado junto às águas de irrigação, foi observado efeito significativo da utilização da ARS.

Entre os caracteres morfoagrônomicos avaliados, destacaram-se a altura de plantas, a matéria seca da parte aérea e a matéria seca total, por apresentarem respostas significativas na dose 15 t/ha de biocarvão.

Não houve efeito significativo das doses de biocarvão nos atributos químicos do solo e nutrição do cafeeiro. As principais diferenças encontradas foram decorrentes da aplicação da ARS. Entre os nutrientes avaliados no solo, as principais alterações ocorreram nos teores de P, K e Na, com aumentos significativos nos tratamentos onde a ARS foi utilizada na irrigação do cafeeiro.

Com relação ao acúmulo de nutrientes na parte aérea, a seguinte ordem decrescente foi verificada: K > Ca > Mg >Zn > Cu.

REFERÊNCIAS

ALCARDE, J.C.; GUIDOLIN, J.A., LOPES, A.S. **Os adubos e a eficiência das adubações**. 2. ed. ANDA: São Paulo. 35p, 1991.

BALKS, M. R.; BOND, W. J.; SMITH, C. J. Effects of sodium accumulation on soil physical properties underan effluent-irrigated plantation. **Australian Journal of Soil Research**, v.36, p.821-830, 1998.

BERWANGER, A. L. **Alterações e transferências de fósforo do solo para o meio aquático com aplicação de dejeto líquido de suínos.** 2006. 102f. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

BOND, W. J. Effluent irrigation – an environmental challenge for soil science. **Australian Journal of Soil Research**, v.36, p.543-555, 1998.

BRAGANÇA, S. M. **Crescimento e acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro conilon (*Coffea canéfora* Pierre)**. 2005. 99 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

BRAGANÇA, S. M.; PREZOTTI, L. C.; LANI, J. A. Nutrição do cafeeiro conilon. In: FERRÃO, G.; FONSECA, A. F.A. da; BRAGANCIA, S.M.; FERRÃO, M.A. G; MUNER, L.H.et al. **Café Conilon**. Vitória: INCAPER, 2007. p. 299-327

DIAS, N. S.; BLANCO, F. F. 2010. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.;

DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (eds.). **Manejo da Salinidade na Agricultura**: Estudos Básicos e Aplicados. Fortaleza, INCTS al, p.129-141.

EL-NAGGAR, A.H.; USMAN, A.R.A.; AL-OMRAN, A; OK, Y.S.; AHMAD, M.; AL WABEL, M.I. **Carbon mineralization and nutrient availability in calcareous Sandy soils amends with Woody waste biochar**. Chemosphere, v.138, p. 67-73, 2015.

FASSBENDER, H. W.; BORNEMISZA, E. 1987. **Química dos suelos com énfasis em suelos de América Latina**. 2 ed., San José: IICA, 420p

FERREIRA, D. F. **Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows 4. 0.** In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos, SP: UFSCAR, 2000. p. 255-258.

HOMEM, B.G.C.; ALMEIDA NETO, O.B.de; CONDÉ, M.S.; SILVA, M.D.; FERREIRA, I.M. Efeito do uso prolongado de água residuária da suinocultura sobre as propriedades químicas e físicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo. **Científica,** v.42, n.3, p.299-309, 2014.

KOURAA, A.; FETHI, F.; FAHDE, A.; LAHLOU, A.; QUAZZANI, N. **Reuse of urban waste water treated by a combined stabilization pond system in Benslimane (Morocco)**. Urban Water, v.4, p.373-378, 2002.

LEHMANN, J.; JOSEPH, S. Biochar for environmental management: An introduction. In: Lehmann, J.; Soseph, S. (ed). Biochar for environmental management: **Science and Technolog**y, Londres, **Earthscan**, v.1, p.4-18, 2009.

LIANG, P. W. et al. Additive enhanced crystallization of solution-processed perovskite for highly efficient planar-heterojunction solar cells. **Advanced materials**, v. 26, n. 22, p. 3748-3754, 2014.

LO MONACO, P.A. **Fertirrigação do cafeeiro com águas residuárias da lavagem e descascamento de seus frutos**. 2005. 96 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

LOPES, P. R., ARAÚJO, K. C. S., FERRAZ, J. M. G., LOPES, I. M., & FERNANDES, L. G. Produção de café agroecológico no sul de Minas Gerais: sistemas alternativos à produção intensiva em agroquímicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v7. n1 (2012).

MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance – current assessment. **Journal of the irrigation and drainage division**, v. 103, n. 2, p. 115-134, 1977.

MATIELLO, J.B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A.W.R.; ALMEIDA, S.R.A.; FERNANDES, D.R. **Cultura do café no Brasil:** manual de recomendações. Rio de Janeiro; Varginha: Fundação Procafé. 542.p, 2010.

MATOS, A.T. de; PINTO, A.B.; PEREIRA, O.G.; BARROS, F.M. Alteração de atributos químicos no solo de rampas utilizadas no tratamento de águas residuárias. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** v.9, n.3, p.406-412, 2005.

MATOS, A.T. de; PINTO, A.B.; PEREIRA, O.G.; SOARES, A.A.; LO MONACO, P.A. Produtividade de forrageiras utilizadas em rampas de tratamento de águas residuárias da

lavagem e despolpa dos frutos do cafeeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** v.7, n.1, p.154-158, 2003.

MEDEIROS, S. S.; SOARES A. A.; FERREIRA P.A; NEVES J. C. L.; SOUZA J.A. Utilização de águas residuárias de origem doméstica na agricultura: Estudo do estado nutricional do cafeeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 02, p. 109-115, 2008.

MEURER, E. J. **Fundamentos de química do solo**. 2º Edição, Editora UFRGS, Porto Alegre, 2004.

MOURA FILHO, W.; BUOL, S. W. 1976. Studies of a Latosol Roxo (Eutrustox) in Brazil: micromorphology effect on ion release**. Experientiae**, v.21, n.8, p.161-177.

NASCIMENTO, L. F. **Gestão ambiental**. 2012.

NÓBREGA, I. P. C. **Efeitos do Biochar nas propriedades físicas e químicas do solo: - Sequestro de carbono no solo**. 2011, 7 pag. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente), - Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa. 2011.

NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Ensaio em ambiente controlado. *In:* OLIVEIRA, A. J. et al. (coord.). **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo.** Brasília, DF: EMBRAPA SEA, 1991. p. 189-253. (EMBRAPA-SAE. Documentos, 3).

PELISSARI, F. M.; YAMASHITA, F.; GROSSMANN, M. V. E. Extrusion parameters related to starch/chitosan active films properties. **International journal of food science & technology**, v. 46, n. 4, p. 702-710, 2009.

PREZOTTI, L.C.; GOMES, J.A.; DADALTO, G.G.; OLIVEIRA, J.A. (Eds.). **Manual de recomendações de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo** – 5ª Aproximação.SEEA/INCAPER/CEDAGRO: Vitória, 305p, 2007.

PRIOR, M. **Efeito da água residuária de suinocultura no solo na cultura do milho.** 2008. 120f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

QUEIROZ, F. M.; MATOS, A. T.; PEREIRA, O. G.; OLIVEIRA, R. A. Características químicas de solo submetidos ao tratamento com esterco líquido de suínos e cultivados com gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, p.1487-1492, 2004.

SANDRI, D.; MATSURA, E.E.; TESTEZLAF, R. Desenvolvimento da alface Elisa em diferentes sistemas de irrigação com água residuária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** v.11, n.1, p.17-29, 2007.

SCHERER, P. E. et al. Identification, sequence, and expression of caveolin-2 defines a caveolin gene family. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 93, n. 1, p. 131-135, 1996.

SHACKLEY, S.; CARTER, S.; KNOWLES, T.; MIDDELINK, E.; HAEFELE, S.; CROSS, A.; HASZELDINE, S. Sustainable gasification-biochar systems? A case-study of rice-husk gasification in Cambodia, Part 1: Context, chemical properties, environmental and health and safety issues. **Energy Policy**, v.42, p.49–58, 2012.

SILVA, E. F. F. **Manejo da fertirrigação e controle da salinidade na cultura do**

pimentão utilizando-se extratores de solução do solo. 2002. 136f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2002.

SINGH, R.; BABU, J.N.; KUMAR, R.; SRIVASTAVA, P.; SINGH, P.; RAGHUBANSHI, A. S. Multifaceted application of crop residue biochar as a tool for sustainable agriculture: an ecological perspective. **Ecological Engineering**, v.77, p.324-347, 2015.

SOUZA, J.A.A. de; RAMOS, M. M.; SOARES, A.A.; NEVES, J.C.L.; MEDEIROS, S. de S.; SOUZA, J.A. de. Efeitos da fertirrigação com água residuária de origem urbana sobre a produtividade do cafeeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** v.9, p.128-132, 2005.

CAPÍTULO V

EFEITO DA FERMENTAÇÃO E ARMAZENAMENTO NA EMERGÊNCIA DE SEMENTES DE CAFÉ ARÁBICA

Ítalo Fonseca Werner
KaickMilanez Borges
Israel Martins Pereira
João Batista Esteves Peluzio
Jeferson Luiz Ferrari
Maurício Novaes Souza

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o mercado consumidor passou a "ditar as regras" a serem empregadas na produção cafeeira, com reflexos na dinâmica da gestão das propriedades, inovações, mudanças de hábito e perfil dos trabalhadores, pacotes econômicos e legislação trabalhista (BREGAGNOLI; NETO, 2017). Medidas estas, que visam a busca por cafés especiais e bebidas de melhor qualidade. Esse novo período da cafeicultura passou a ser conhecido como a terceira onda do café (GUIMARÃES, 2016).

Para a busca por um café de bebida superior, há a necessidade de mudar hábitos e implantar novas técnicas, desde a germinação à xícara. São muitos os fatores que afetam a produção de cafés especiais, dentre eles estão: clima, relevo, grau de maturação, variedade, tempo decorrido entre a colheita e início da secagem, influência do primeiro tratamento térmico, temperatura, velocidade de secagem e forma de secagem (ABRAHÃO et al., 1976; ZAINDAN et al., 2017)

Outro fator enfatizado por Machado (2005) é a fermentação do café, um processo que tem como base o desenvolvimento de fungos e bactérias nos grãos que afetam a qualidade da bebida, positiva ou negativamente. A fermentação positiva pode produzir bebidas com sabores e aromas especiais (doces, cítricos, frutados) que agregam valor e qualidade ao produto. Por outro lado, as fermentações podem degradar drasticamente a qualidade da bebida, produzindo ácidos indesejáveis, como butírico e propiônico (CHALFOUN; CARVALHO, 1997).

De acordo com Borém (2008) e Leroy et al. (2006), os fatores genéticos e mudas de qualidade também interferem na produção de cafés especiais, pois proporcionam significativos ganhos para tamanho do grão, teor de cafeína, qualidade da bebida e

tempo de maturação.

Para a produção de uma muda sadia é necessário que as sementes sejam de qualidade, assim ter-se-á plantas com bom potencial genético e produtivo (RIBEIRO et al., 2009).

No entanto, um dos principais gargalos referentes a produção de mudas através de sementes é o baixo potencial de manutenção da viabilidade das mesmas ao longo do tempo, o que dificulta a obtenção de mudas com padrão de qualidade desejado no momento ideal para o plantio (COELHO et al., 2015). Em se tratando de sementes de cafeeiro, normalmente sua viabilidade não ultrapassa a seis meses (ARAUJO et al., 2008).

Neste sentido, é fundamental o desenvolvimento de pesquisas que busquem metodologias que possam prolongar o prazo de armazenamento das sementes sem prejudicar as taxas de germinação, garantindo a produção de mudas de qualidade no momento apropriado. Soma-se a isto, a crescente utilização de fermentações sobre os frutos, que podem, também, afetar a longevidade das sementes.Deste modo, esse estudo teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes tempos de fermentação e de armazenamento, sem refrigeração, na emergência de sementes de café arábica.

2. METODOLOGIA

O trabalho foi realizado em dois ambientes: **a)**Sítio Santa Rita, situado no município de Espera Feliz, Minas Gerais, latitude 20°32’37” Sul, longitude 41°48’48” Oeste, a uma altitude de 970m, onde os frutos foram colhidos, fermentados e secos;**b)** Ifes – Campus de Alegre – no laboratório de Biologia Vegetal, localizado no município de Alegre, Espírito Santo, latitude de “20º45’44” Sul, longitude de 41º27’43” Oeste e altitude de 134m, onde foram realizados os ensaios experimentais. Utilizou-se terreiro suspenso, sombreado, com cobertura impermeável.

As sementes utilizadas se originaram de frutos colhidos de uma lavoura de café arábica da cultivar ‘Catuaí Vermelho - IAC 144’, cultivada na altitude média de 1.050m, com 20 anos de idade e 3 anos após recepa baixa, no espaçamento de 3m x 1,5m.

A colheita foi manual, seletiva, realizada em um único dia. O café foi lavado para a retirada de impurezas e dos grãos ‘boias’. O conjunto de frutos selecionados foi separado em 7 frações de 50L sendo que 6 foram colocadas para fermentar em tambores plásticos perfurados no fundo, sem adição de água. A fração não fermentada, logo após a lavagem, foi direcionada para a secagem. O processo fermentativo variou de 24 a 144 horas, com intervalos de 24 horas. Após a fermentação retirou-se, de cada fração, uma amostra de 1 kg, que foi descascada manualmente e seca.

A seca foi realizada em terreiro suspenso (1,2m do chão), sob estufa. O processo se deu por 24h, sendo as sementes, sem casca e com pergaminho, revolvidas com rastelo de madeira por cinco vezes diariamente. Posteriormente, as sementes foram embaladas em sacos de papel "kraft''.

As sementes secas e com pergaminho foram armazenadas em bancada de laboratório com temperatura ambiente, dispostas em sete sacos de papel "kraft'', nomeados de acordo com o tratamento.

Utilizou-se um termohigrógrafo digital que registrou os dados de umidade relativa e temperatura a cada 60 segundos, durante todo o período de armazenamento, que variou de 0 a 150 dias.

O experimento foi delineado de forma inteiramente casualizada, no arranjo fatorial, considerando como fatores os tempos de fermentação (seis níveis) e semeios (seis níveis) com quatro repetições.

Os semeios foram realizados a cada 30 dias, sendo que o primeiro ocorreu em 31 de outubro de 2016 e o último em 30 de março de 2017.

Antes do semeio, utilizando o equipamento Gehaka G600, mediu-se a umidade das sementes (com pergaminho) de cada tratamento, separadamente. Em seguida, selecionou-se, por uniformidade, 80 sementes de cada tratamento, descartando quaisquer sementes que apresentassem algum tipo de defeito (quebrado, preto, ardido). Logo após, retirou-se manualmente o endocarpo (pergaminho) das sementes e as mesmas foram colocadas em vasilhas separadas e identificadas de acordo com o seu tratamento, não houve nenhuma separação das sementes de acordo com o tamanho.

As bandejas foram colocadas em bancadas, suspensas a 1,3m do chão. Foram utilizadas bandejas plásticas retangulares com perfurações no fundo, para não ocorrer acúmulo de água; como substrato foi utilizado areia de rio lavada, peneirada e solarizada em sacos plásticos por 30 dias.

As sementes foram colocadas à aproximadamente 1cm de profundidade e posteriormente cobertas, com uma camada de areia. Foram distribuídas 20 sementes por repetição, sendo 4 repetições para cada tratamento. A irrigação foi realizada diariamente, utilizando um regador.

Avaliações: Para avaliação de emergência foi considerado o surgimento dos cotilédones acima do substrato, com contagem diária a partir da primeira plântula emergida (Figura 1). Após a coleta dos dados, os mesmos foram submetidos aos seguintes testes para avaliar a fisiologia das sementes: Índice de Velocidade de Emergência (IVE);

Coeficiente deVelocidade de Emergência (CVE); Tempo Médio de Emergência (TME) e Emergência em Porcentagem (%).

Figura 1. Estádio de emergência para considerar plântulas emergidas

Fonte: elaborado pelos autores.

Estatística: Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância, sendo realizada análise individual para cada semeio, onde os tratamentos foram os diferentes tempos de fermentação. Os tratamentos foram estudados por meio de análise de regressão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística dos dados (Tabela 1) proporciona a observação de coeficientes de variação que aumentam ao longo do tempo de armazenamento, para todas as variáveis estudadas, estando mais próximos de valores considerados bons a excelentes, somente no primeiro semeio. Tais resultados apontam na direção de que à medida que passa o tempo, maior se torna a variabilidade dos resultados obtidos.

Coeficientes de variação mais altos são comumente encontrados em estudos de armazenamento e emergência de sementes de café (SALUCI, 2016).

Dos índices e coeficientes estudados (Tabela 1), somente o índice de velocidade de emergência(IVE) apresentou resultados significativos para tempo de fermentação em todos os semeios. Tal fato também foi verificado por Carvalho et al. (2011), que estudaram a germinação e emergência de plântulas de cafeeiro em diferentes umidades do grão e armazenamento por 9 meses. Situação parecida com a ocorrida no IVE

também ocorreu com a emergência (EMERG) (Tabela 1), excetuando-se no sexto semeio, evidenciando o efeito da fermentação sobre a emergência das plântulas.

De acordo com a Tabela 1, no terceiro semeio houve efeito significativo para os tratamentos em todas as variáveis analisadas. Em virtude disso, o que pode estar correlacionado aos resultados significativos estatisticamente é o tempo de armazenamento e a fermentação dos açúcares presentes na mucilagem.O CVE e o TME, apesar de discrepantes nos três primeiros semeios, não foram afetados pela fermentação nos semeios seguintes (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância dos tratamentos, indicando os quadrados médios de tratamento e do erro, as médias e o Coeficiente de Variação (CV) das seguintes variáveis: Índice de Velocidade de Emergência (IVE), Tempo Tédio de Emergência (TME), Coeficiente de Velocidade de Emergência (CVE), Porcentagem de Emergências das Sementes (EMERG)

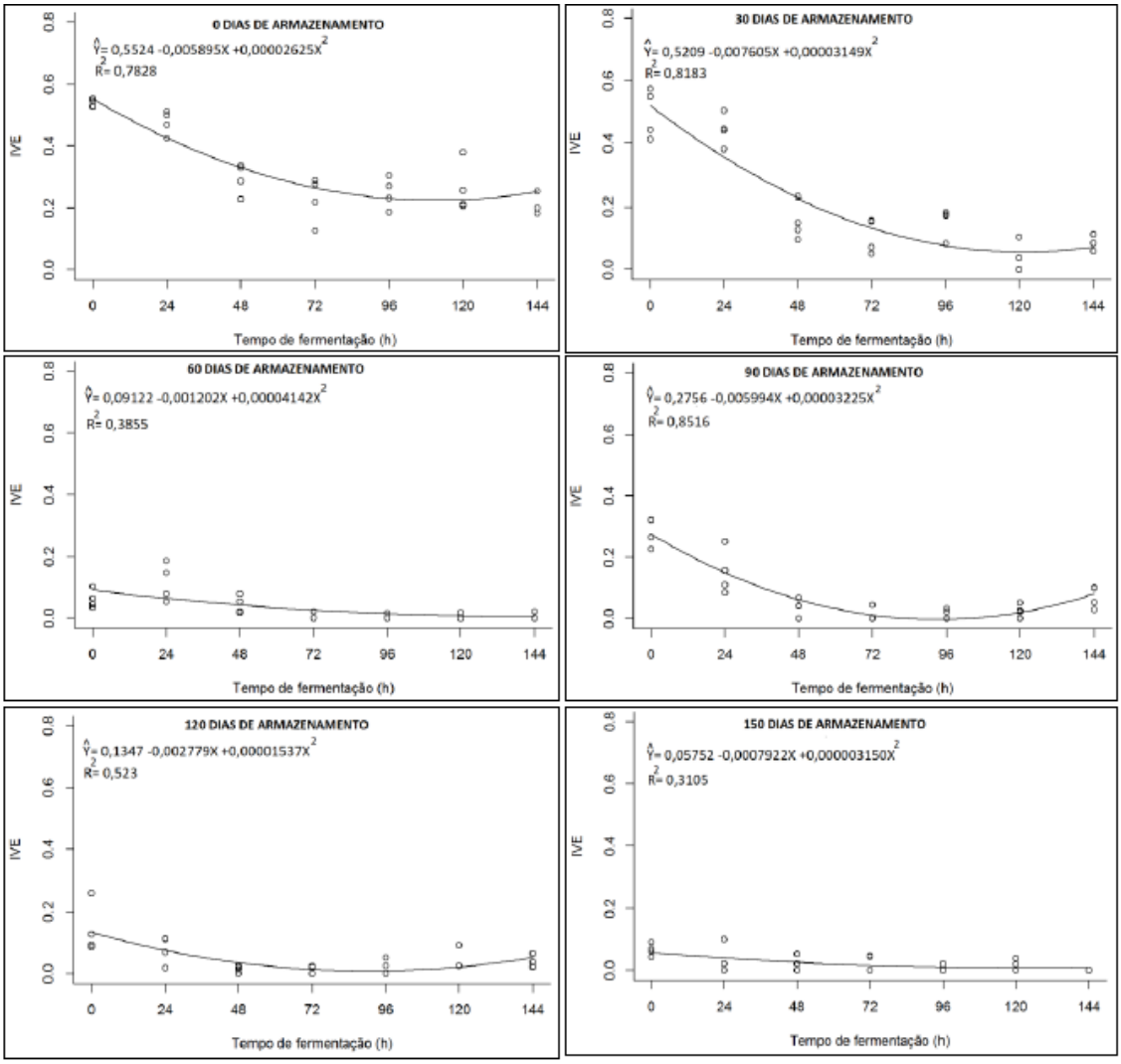
Armazenamento (dias)	Fonte de variação	IVE	CVE	TME (Dias)	EMERG (%)
0	Tratamento	0,066145 **	0,000012 **	25,014100 ns	2110,120000 **
	Erro	0,002881	0,000002	3,514500	109,820000
	Média	0,324557	0,026716	37,640940	59,464286
	CV (%)	16,537911	5,113786	4,980481	17,623189
30	Tratamento	0,133741**	0,000068 ns	328,040000 **	3591,100000**
	Erro	0,002933	0,000064	41,370000	86,000000
	Média	0,209156	0,026016	33,579632	35,892857
	CV (%)	25,893199	30,733246	19,154324	25,836947
60	Tratamento	0,006963 **	0,000171 *	1492,690000 *	447,620000 **
	Erro	0,000839	0,000064	506,610000	45,240000
	Média	0,035656	0,012075	34,753685	9,285714
	CV (%)	81,245649	66,133433	64,764351	72,434588
90	Tratamento	0,039779 **	0,000192 ns	502,570000 ns	1645,240000 **
	Erro	0,001530	0,000084	285,190000	76,190000
	Média	0,085444	0,018826	33,295208	17,857143
	CV (%)	45,778772	48,746319	50,720721	48,880654
120	Tratamento	0,008665 **	0,000106 ns	542,590000 ns	426,490000 **
	Erro	0,001535	0,000078	275,080000	68,750000
	Média	0,049622	0,018682	36,671699	10,892857
	CV (%)	78,944764	47,319001	45,227072	76,119258
150	Tratamento	0,001753 *	0,000172 ns	810,560000 ns	89,286000 ns
	Erro	0,000618	0,000100	534,830000	38,095000
	Média	0,024078	0,011286	25,580952	5,714286
	CV (%)	103,264516	88,576107	90,404735	108,012002

** e *: significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.
Ns: não significativo.
Fonte: os autores.

Na Figura 2, tem-se a consolidação dos efeitos dos tempos de fermentação sobre os IVE em cada semeio. Observou-se que quanto mais tempo as sementes ficam fermentando, menores são os valores de IVE. É também perceptível, a rápida queda deste índice em função do tempo de armazenamento.É importante destacar que o modelo de melhor ajustamento, R^2, foi o quadrático, sendo mais ajustadas as equações no 1º, 2º e 4º

semeios (Figura 2).

Figura 2. Índice de Velocidade de Emergência (IVE) dos semeios de café submetidos a diferentes tempos de fermentação



Fonte: os autores (2018).

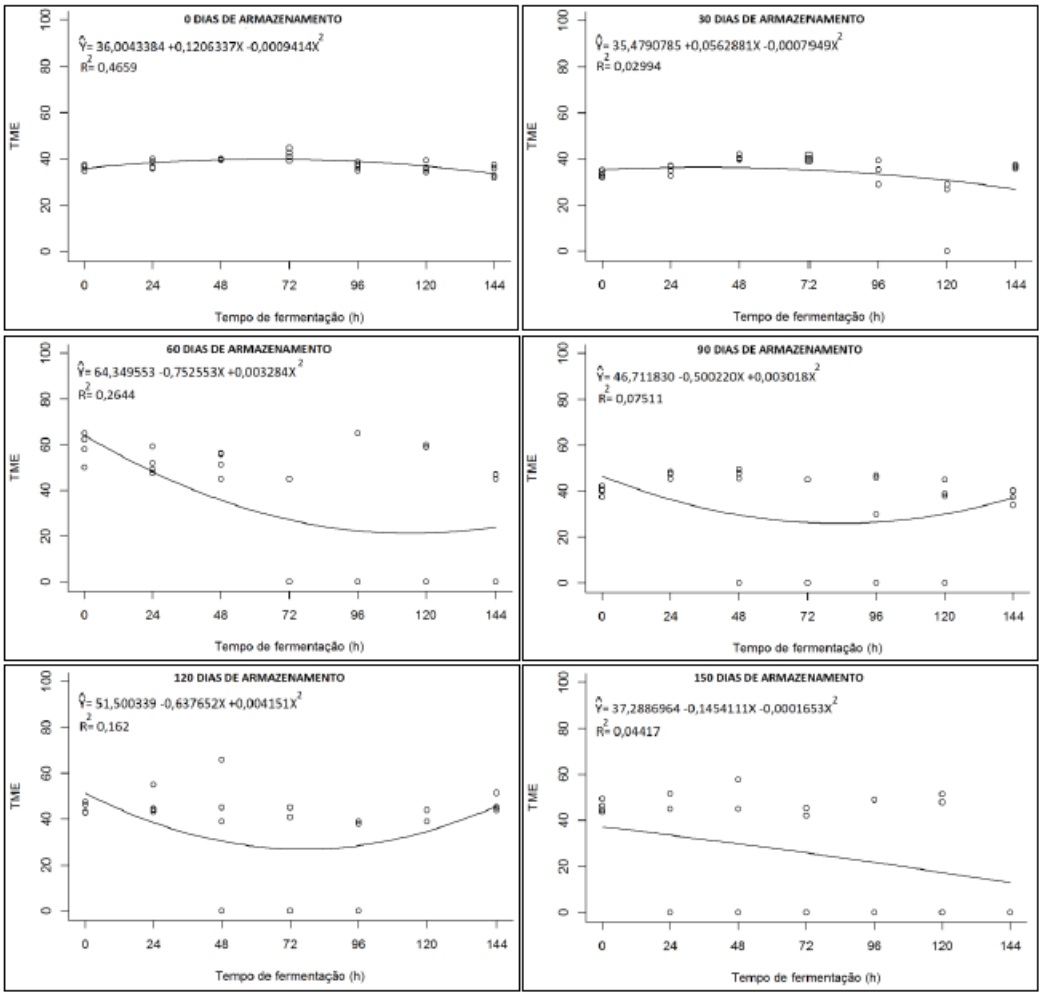
Caixeta et al. (2013) relatam que o índice de velocidade de emergência (IVE) e o tempo médio de emergência (TME) são testes que avaliam o vigor das sementes. Os mesmos autores, analisando estes parâmetros, obtiveram resultados significativos entre os tratamentos, sendo melhores em menores tempos de fermentação, apesar de ter havido um pico inexplicado após 96 horas.

De forma geral, as melhores sementes são as que não passam por processo de fermentação. Resende et al. (2009) realizaram estudos com IVE na germinação de sementes de café arábica e observaram que fermentação natural de 24 horas não afetou o comportamento das sementes quando comparado com café não fermentado. Resultado

discrepante foi encontrado por Rosa et al. (2007).

No estudo da variável TME (Figura 3), verificou-se que também foi escolhido o modelo quadrático de equação, sendo muito baixos os valores de ajustamento. De qualquer forma, há uma tendência de redução no TME quanto maior for o tempo de fermentação adotado.

Figura 3. Tempo Médio de Emergência (TME) dos semeios submetidos a diferentes tempos de fermentações



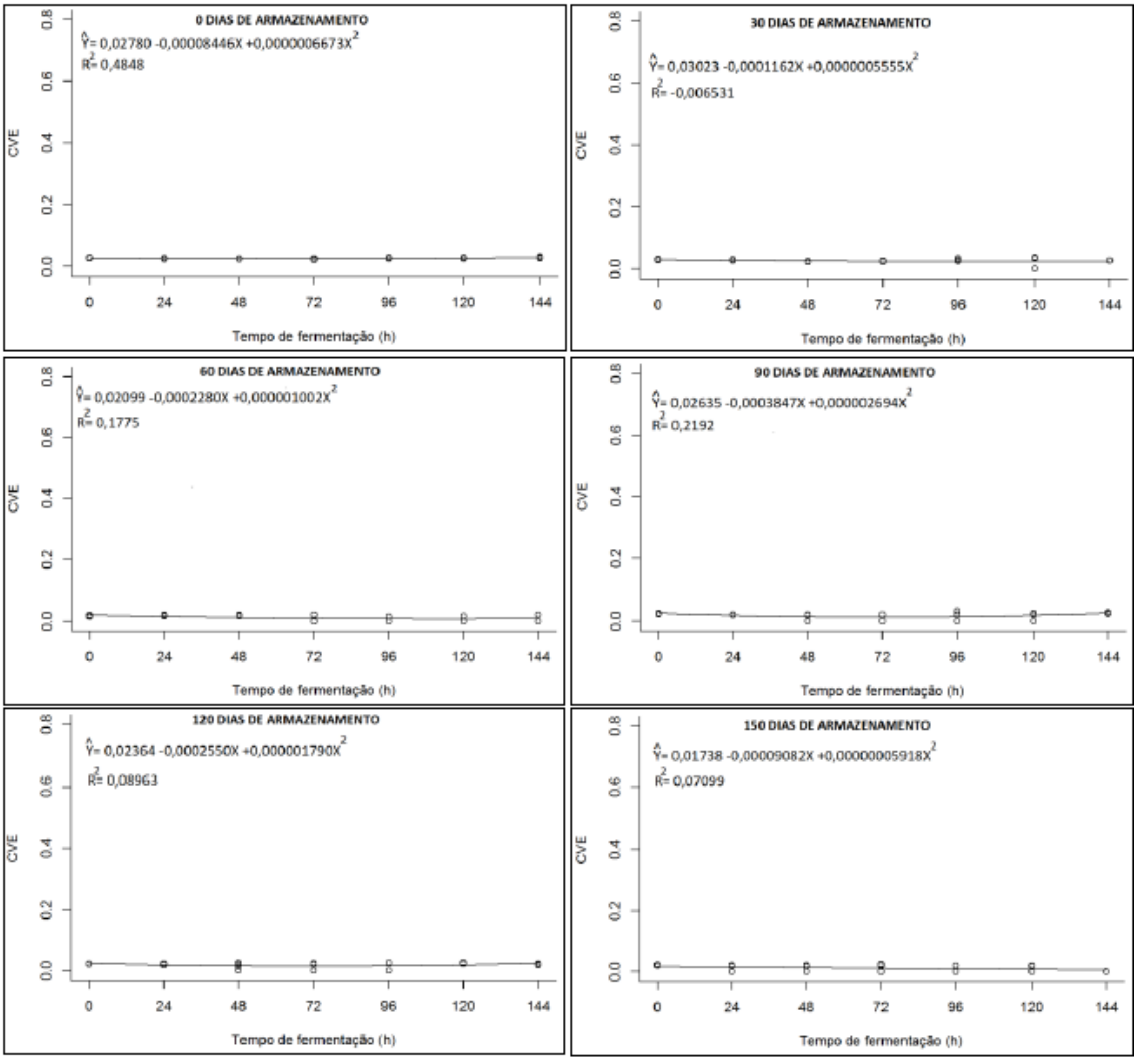
Fonte: os autores (2018).

Trabalhando com sementes nos frutos por tempos variando de 24 a 168 horas, Caixeta et al. (2013) concluíram que tal procedimento não afetou o desempenho fisiológico das sementes.

Saluci (2016) trabalhou com emergência de sementes de café e formas de armazenamento, encontrou resultado parecido com Caixeta et al., (2013), e valores desta pesquisa (Figura 3), no qual o TME encontrado foi de 44 dias, em média, para a emergência das sementes armazenadas em bancada, e 34 dias para sementes

armazenadas em ambiente de geladeira.

Figura 4. Coeficiente de Velocidade de Emergência (CVE) dos semeios submetidos a diferentes tempos de fermentações

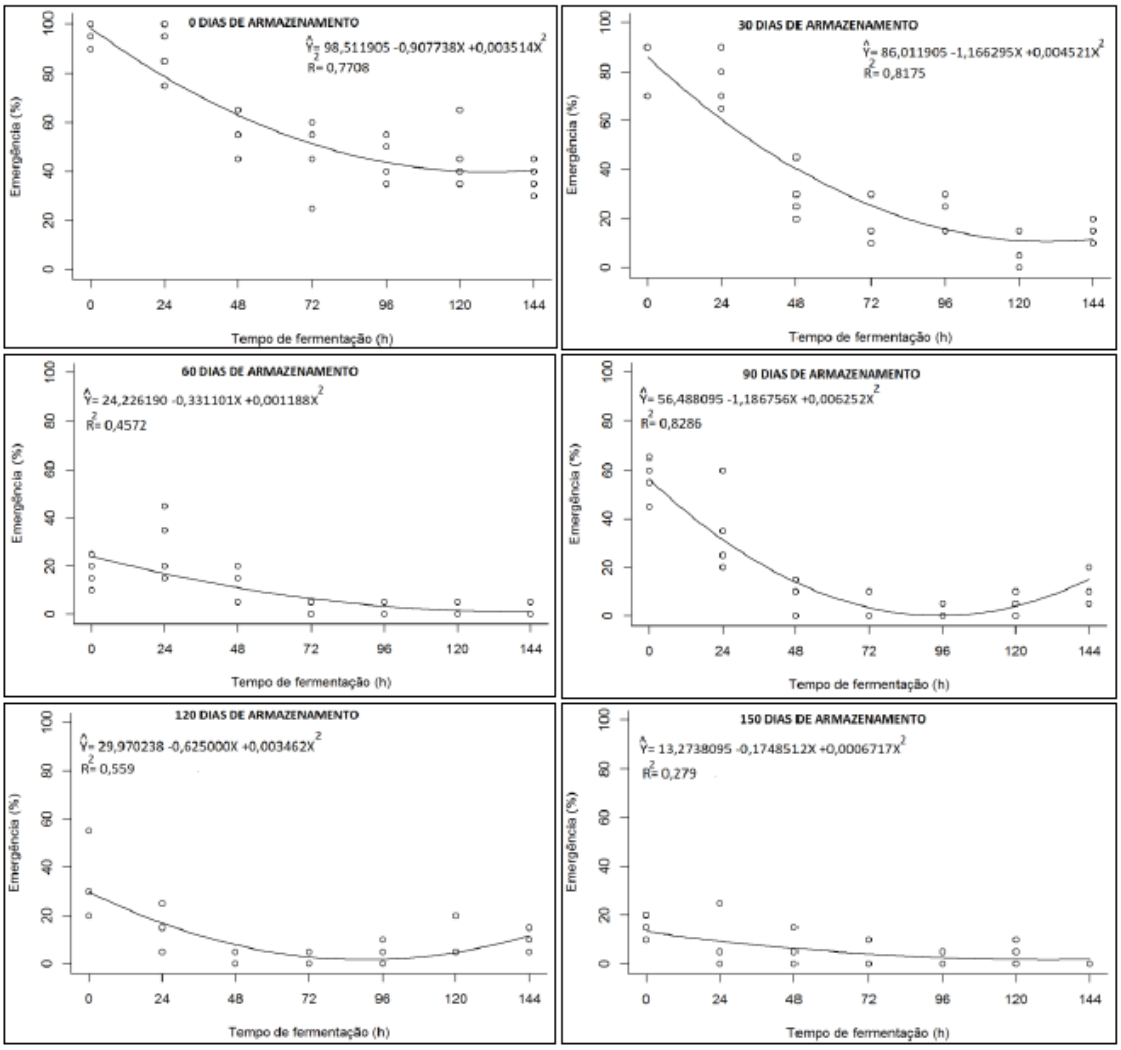


Fonte: os autores (2018).

O coeficiente de velocidade de emergência (CVE) variou em função do tempo de fermentação e também do tempo de armazenamento (Figura 4), deixando explícito que não há influência diretamente das horas de fermentação no coeficiente de velocidade de emergência.

A emergência das plântulas, na Figura 5, deixa claro o efeito negativo do tempo de fermentação sobre o porcentual de plântulas que rompem o substrato. Tem-se um comportamento quadrático, com alguns semeios com elevado grau de ajustamento da equação aos dados.

Figura 5. Emergência (%) dos semeios submetidos a diferentes tempos de fermentações



Fonte: os autores

Observa-se que com o passar do tempo de armazenamento, semeios de ordem maior,tem-se uma grande perda na porcentagem de emergência (Figura 5). Resultado semelhante foi observado por Saluci (2016) que trabalhou com diferentes tempos e dois modos de armazenamento das sementes, concluindo que quanto maior o tempo de armazenamento, menor a porcentagem de emergência. Situação semelhante foi observada por Araujo et al. (2008).

4. CONCLUSÕES

A fermentação interferiu no índice de velocidade de emergência (IVE) e na emergência (EMERG) ao longo do período de armazenamento. Quanto maior o tempo de

fermentação, menor o IVE e a EMERG.

A fermentação interferiu no coeficiente de velocidade de emergência (CVE) e no tempo médio de emergência (TME) nos três primeiros semeios.

Quanto maior o tempo de armazenamento, piores os índices e coeficientes de germinação de sementes de café.

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, I. C., MIRANDA, L. R. F., ABRAHÃO, J. T. M. Aplicação da cristalização seletiva na determinação da qualidade da bebida do café. **Anais E.S.A.Luiz Queiroz.** Faculdade de Engenharia de Alimentos –ESALQ –Volume XXIII -1976.

ARAUJO, R. F. et al. Seed conservation of depulped and non-depulped coffee (*Coffea Arabica* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 3, p. 71-78, 2008.

BORÉM, F.M. Processamento do café. **Pós-colheita do café.** Lavras: UFLA. cap. 5, p. 129-158, 2008.

BREGAGNOLI, M.; NETO, J. F. R. **Café nas montanhas:** caracterização da cafeicultura na área de atuação da cooperativa regional de cafeicultores em Guaxupé. IFSULDEMINAS, Pouso Alegre, 2017.

CAIXETA, I, V.; GUIMARÃES, R, M.; MALTA, M, R.; Qualidade da semente de café pelo retardamento do processamento pós-colheita. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 3, p. 249-255, 2013.

CARVALHO, C. A. M.; GUIMARÃES, R. M.; SILVA, T. T. de A. Priming em matriz sólida de sementes de café armazenadas com alta umidade. **Coffee Science**, Lavras, v. 6, n. 2, 98-106, maio/ago. 2011.

CHALFOUN, S. M.; CARVALHO, V. D. Efeito de microrganismos na qualidade da bebida do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 187, p. 21-26, 1997.

COELHO, S.; V. B. et al. Qualidade fisiológica de sementes de café submetidas à secagem rápida e lenta. **IX Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, Curitiba, 2015.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de café. V. 5 - SAFRA 2018 – Nº.3 - Terceiro levantamento SET/2018.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Acompanhamento da safra brasileira: café, safra 2017, primeira estimativa. Brasília: CONAB, 2018.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Acompanhamento da safra brasileira: café, safra 2016, terceira estimativa. Brasília: CONAB, 2016.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. **Produção mundial de café do ano-safra 2017 contabiliza 154 milhões de sacas.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/26030763/producaomundialde-cafe-do-ano-safra-201617-contabiliza-154-milhoes-de-sacas>. Acessoem: 20 out. 2018.

ESQUIVEL, P.; JIMÉNEZ, V.M. Functional properties of coffee and coffee byproducts**. Food Research International**, v. 46 n. 2, p. 488-495, 2012.

EVANGELISTA, S.R.; MIGUEL, M.G.C.P.; CORDEIRO, C.S.; SILVA, C.F.; PINHIERO, A.C.M.; SCHWAN, R.F. Inoculation of starter cultures in a semi-dry coffee (*Coffea arabica*) fermentation process. **Food Microbiol**, v. 44, p. 87-95, 2014.

GUIMARÃES, E. R. Terceira onda do café: base conceitual e aplicações. Dissertação de Mestrado defendida na Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

LEROY, T.; RIBEYRE, F.; BERTRAND, B.; CHARMETANT, P.; DUFOUR, M.; MONTAGNON, C. Genética da qualidade do café**. Revista Brasileira de FisiologiaVegetal**, v. 18, p. 229-242, 2006.

MACHADO, M. C. Viabilidade da técnica de imersão para armazenagem temporária de frutos de café. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa: UFV, 2005.

RESENDE, M. de L.; SILVA, T. T. de A.; GUIMARÃES, R. M.; SILVA, E. A. A. da. Influência da luz e giberelina na velocidade de germinação das sementes de cafeeiro (C*offea arabica* L.) **Coffee Science**, Lavras, v. 4, n. 2, p. 149-154, jul. /dez. 2009.

RIBEIRO, F. C.; FIGUEIREDO, L.P.; GIOMO, G. S.; BARBOSA, F. D.; MANTOVANI, S. M.; BORÉM, F. M. Influência de métodos de degomagem biológica sobre a germinação e vigor de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). In: Simpósio de Pesquisa dos cafés do Brasil (2009). **Anais Brasilia**, D.F: Embrapa- Café, (1 CD-ROM), p. 5, 2011.

ROBERTS, E.H. Storage environment and the control of viability. In: ROBERTS, E.H. (Ed.) **Viability of seeds**. Syracuse: Syracuse University Press, cap.2, p.14- 58, 1972.

ROSA, S. D. V. F. da; MELO, L.Q.; VEIGA, A.D.; OLIVEIRA, S. de; SOUZA, C.A.S.; AGUIAR, V.A. Formação de mudas de *Coffea arabica* L. cv. rubi utilizando sementes ou frutos em diferentes estádios de desenvolvimento. **Ciência**

Agrotecnica., Lavras, v. 31, n. 2, p. 349-356, 2007.

SALUCI, J. C. G. **Emergência de plântulas de café conilon e arábica a partir de sementes colhidas em diferentes partes da planta e armazenadas em ambiente natural e refrigerado.** 2016. 52 p. TCC (Graduação em Tecnologia em Cafeicultura) – Instituto Federal do Espírito Santo, Alegre, 2016.

CAPÍTULO VI

PERDAS DE NITROGÊNIO E FÓSFORO ASSOCIADAS AO ESCOAMENTOSUPERFICIAL EM PARCELAS EXPERIMENTAIS ENCOBERTAS POR LAVOURA DE CAFÉ CONILON

Adriana Ferreira da Silva
Andressa Gonçalves Silveira
Mário E. P. da Costa Jaeggi
Marco Aurélio Costa Caiado
José Francisco Lopes
Jéferson Luiz Ferrari

1. INTRODUÇÃO

Dentre os elementos essenciais, necessários ao bom desenvolvimento e produtividade vegetal, o nitrogênio (N), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre(S) exercem funções estruturais no metabolismo, enquanto que o cloro (Cl), ferro (Fe), boro (B), manganês (Mn), zinco (Zn), cobre (Cu) e molibdênio (Mo)contribuem para o metabolismo, exercendo funções reguladoras (MALAVOLTA, 2006).

A cultura do café é considerada muito exigente sob o ponto de vista nutricional, com destaque para os macronutrientes N, P, K e para os micronutrientes B, Fe, Mn, Zn e Cu, que fazem parte das enzimas e tem função reguladora (PREZOTTI, 2007).

Os planos de adubação de um cafezal incluem o lançamento de calcário, fertilizantes fosfatados e micronutrientes no plantio, acompanhado da fertilização em cobertura com fertilizantes ricos em N e K, de acordo com a fertilidade do solo, idade da planta e produtividade da lavoura.

A desfolha e desgalha natural e/ou durante a colheita, as podas anuais e adubações orgânicas são responsáveis por um significativo aporte de matéria orgânica na superfície do solo que, com sua degradação, libera nutrientes na superfície do solo, os quais ficam vulneráveis a serem carreados por águas de escoamento superficial.

Os nutrientes N e P são elementos químicos comuns em ambientes naturais e ecossistemas aquáticos que, se carreados em excesso, podem acarretar sérios danos à

natureza como a eutrofização, a elevação do crescimento excessivo das plantas aquáticas e o impacto sobre sua qualidade visual do ecossistema aquático quando essas águas escoadas chegam aos mananciais (ESTEVES, 2011).

Dentre os mecanismos de perdas de nutrientes no agroecossistema, o escoamento superficial é um dos mais prejudiciais pois, além de reduzir sua disponibilidade à produção agrícola, pode contaminar corpos de água quando em excesso (PRUSKI, 2011).

Sendo o nitrogênio um dos principais elementos lançados em cobertura em cafezais e devido à significativa disponibilização de fósforo na superfície do solo originadada degradação de matéria orgânica, observou-se a importância de se estudar a dinâmica desses nutrientes em águas de escoamento superficial advinda de cafezais.

Na busca por tais explicações, várias metodologias podem ser empregadas. Entre elas, destaca-se a instalação de parcelas experimentais em áreas de cultivo, visando o monitoramento da dinâmica do processo em estudo. Estas se caracterizam por áreas de pequena escala que representam o sistema estudado, nas quais os fatores em estudo podem ser controlados. Diante o exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar as perdas de nitrogênio e fósforo em águas de escoamento superficial em parcelas experimentais plantadas com café conilon.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo se localiza na sub-bacia hidrográfica do córrego Horizonte, mais especificamente no Setor de Cafeicultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (Ifes) - C*ampus* de Alegre, município de Alegre, estado do Espírito Santo, Brasil, nas coordenadas 20º25’51” S, 41º27’24” W e altitude de 136 m.

A área estudada se caracteriza por três parcelas experimentais de avaliação de perdas de água e solo, cada parcela medindo 22,1m x 6,0 m, devidamente instaladas numa lavoura de café Conilon da variedade Robusta Tropical. A lavoura possuia quatro anos de idade e foi implantada em nível, no espaçamento de 3m x 1,2 m, em terreno com declividade de 26,9%.

O solo é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico e sua caracterização química (Tabela 1) e textural (Tabela 2) foi realizada a partir de amostras coletadas a profundidades de 0-5cm e de 5-10cm.

Tabela 1- Resultados das análises químicas do solo da área de estudo, nas camadas de 0-5cm e de 5-10cm.

Profundidade (0-5cm)										
M.O	PH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	S.B	C.T.C	V
dag/kg	unid	mg/dm³		----------Cmolc/dm³----------						%
1,6	4,9	6,7	143	1,4	0,5	0,59	6,80	2,27	9,0725	
Profundidade (5-10cm)										
dag/kg	unid	mg/dm³		----------Cmolc/dm³----------						%
1,4	5,9	4,8	52	2,1	0,7	0,34	5,90	2,93	8,83	33

Fonte: Oliveira (2015).

Tabela 2- Resultados da análise textural das amostras de solo da área de estudo, nas camadas de 0-5cm e de 5-10cm.

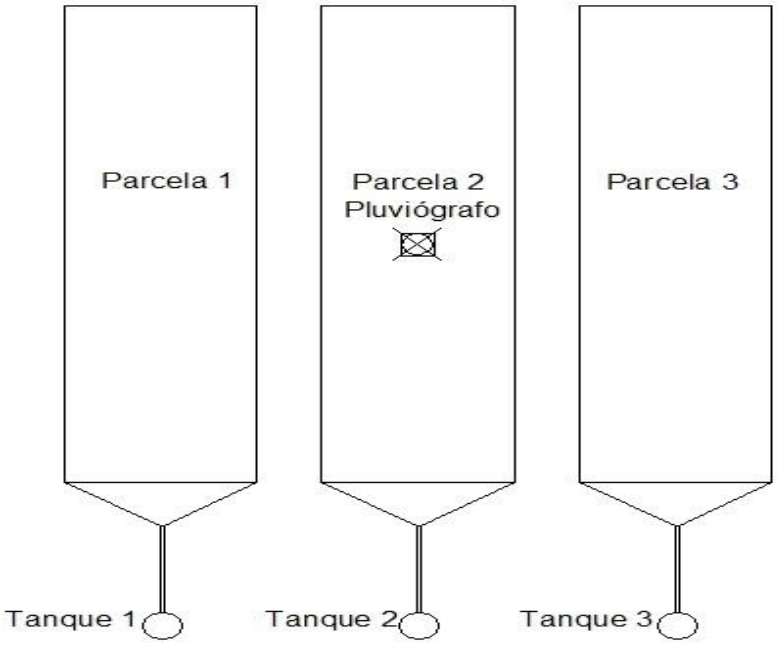
Profundidade (cm)	Areia	Silte	Argila	Tipo de solo
0-5	539	101	360	Argiloso
5-10	507	138	355	Argiloso

Fonte: Oliveira (2015).

A área recebeu uma roçada em 04 de maio de 2015 e outra em 26 de novembro de 2015 (ambas utilizando roçadeira costal), uma calagem de 430 g por planta com calcário dolomítico (em agosto de 2015), uma adubação em meados de outubro de 2015 com 160 g por planta do formulado 25-05-20. Durante o período experimental, a lavoura não recebeu irrigação nem herbicidas.

As parcelas experimentais foram delimitadas nas partes superior e laterais, por chapas galvanizadas com 0,30m de altura, cravadas a 10cm do solo. No interior da área de estudo, foi instalado um pluviógrafo e, em sua parte inferior, cada parcela foi conectada a um sistema coletor de enxurrada composto por uma calha para recebimento de água e um tanque de sedimentação e armazenagem (Figura 1).

Figura 1 - Esquema do sistema de amostragem de águas de escoamento superficial.



Fonte: Elaborada pelos autores

As parcelas foram instaladas de modo que 1/10 (um décimo) da água que escoa sobre elas fosse encaminhado para o tanque de armazenagem, possibilitando a medição do volume total de água escoada e a coleta de amostras de água. No entorno das parcelas, foi deixada uma bordadura composta por três plantas nas laterais e duas linhas de plantio na parte superior. A Figura 2 apresenta o aspecto visual da área.

Figura 2 - Aspecto das três parcelas experimentais em cobertas por café.

Fonte: Elaborada pelos autores

O período de coleta se estendeu entre 01/12/2014 e 31/12/2015. Após a ocorrência de precipitação pluviométrica, a água de escoamento superficial retida nos tanques de sedimentação e armazenagem foram coletadas sempre às 13 h. No momento da coleta, foram coletados cerca de 2 litros de água de cada tanque e registrado o dia da precipitação pluviométrica, assim como o total de água armazenada nos tanques.

As águas provenientes do escoamento superficial, coletadas nas parcelas, foram separadas em recipiente apropriado com capacidade de 2 litros e etiquetadas de acordo com a data da precipitação e a parcela da qual foi retirada.

As amostras coletadas foram encaminhadas ao Laboratório de Ecologia Aquática e Produção de Plâncton (LEAPP), do Ifes - Campus de Alegre, visando a determinação das concentrações de nitrogênio total, amônia, nitrato, nitrito, ortofosfato e fósforo total (APHA,2005).

Os procedimentos analíticos adotados foram os seguintes: pH e condutividade elétrica: método eletrométrico; nitrogênio total e fósforo total: método descrito por Valderrama (1981); os demais parâmetros: metodologias descritas em "*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*" (EATON et al., 2005).

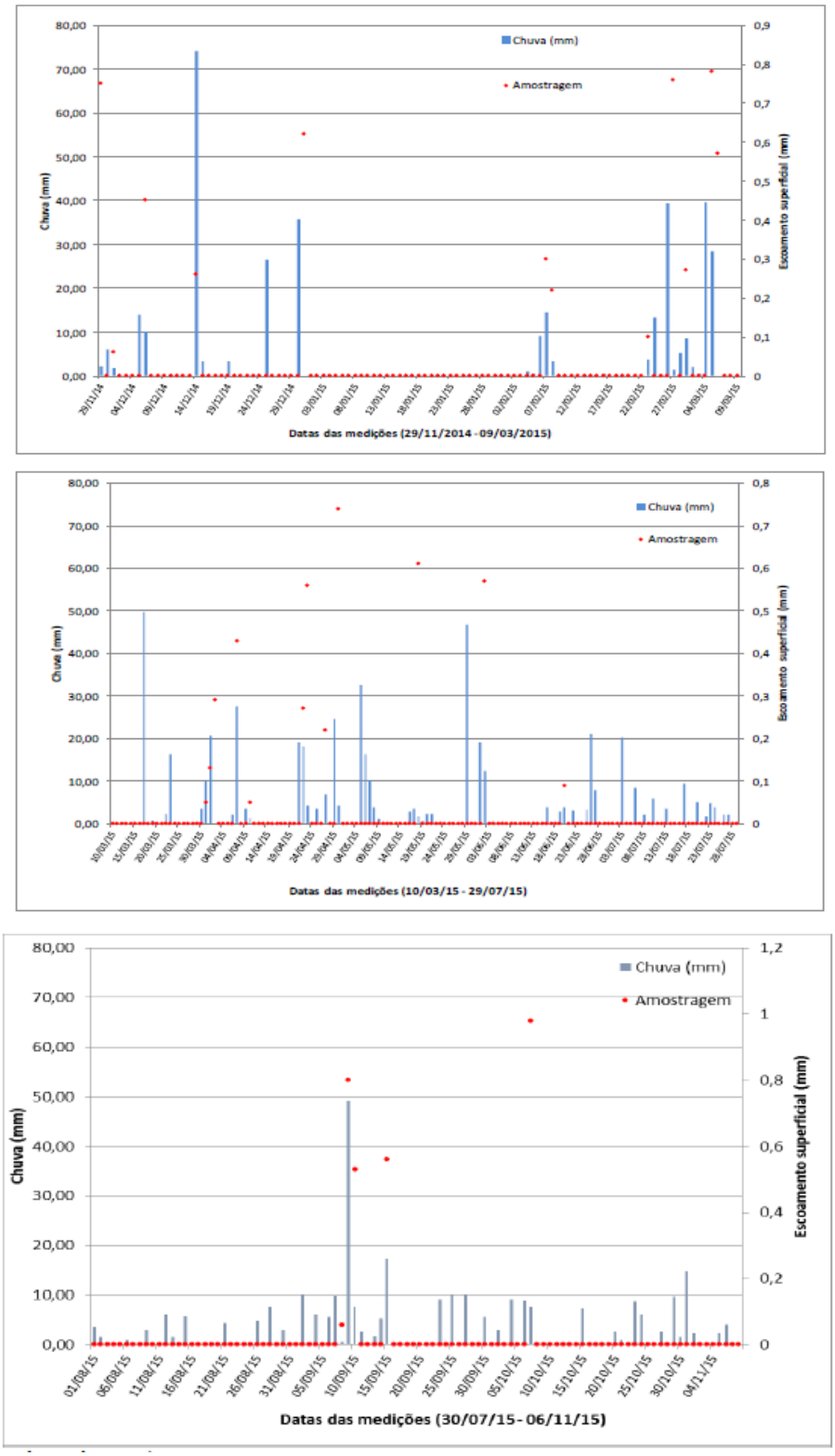
A cada dois meses, os dados do pluviógrafo eram baixados e transferidos para planilha eletrônica. Os resultados das análises dos escoamentos e das precipitações foramdigitados em planilha, de forma a permitir o cálculo de perdas de N e P em cada parcela.

Os resultados advindos do laboratório, os dados de chuvas e de escoamento superficial e as concentrações das formas de N e P nas amostras foram utilizados para o cálculo do total de escoamento superficial e das perdas das formas de N e P carreados em águas de escoamento superficial das parcelas, resultando em valores médios de perdas em grama do nutriente por hectare. Utilizando planilha eletrônica, foi calculada a correlação existente entre escoamento superficial e perdas das formas de nitrogênio e fósforo das parcelas, utilizando o Coeficiente de determinação (R^2) como estatística de verificação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os totais pluviométricos diários obtidos no pluviógrafo instalado na parcela 2 e a média do escoamento de água das três parcelas em cada mês de estudo Para melhor visualização dos resultados (FIGURA 3), representando os períodos: 29/11/2014 a 23/03/2015; 31/03/2015 a 21/06/2015 e 26/06/2015 a 12/12/2015.

Figura 3 Precipitação pluviométrica e escoamento superficial médio em três parcelas experimentais nos períodos de 29/11/14 a 09/03/2015, de 10/03/2015 a 29/07/2019 e de 30/07/2015 a 06/11/15.



Fonte. Elaborado pelos autores.

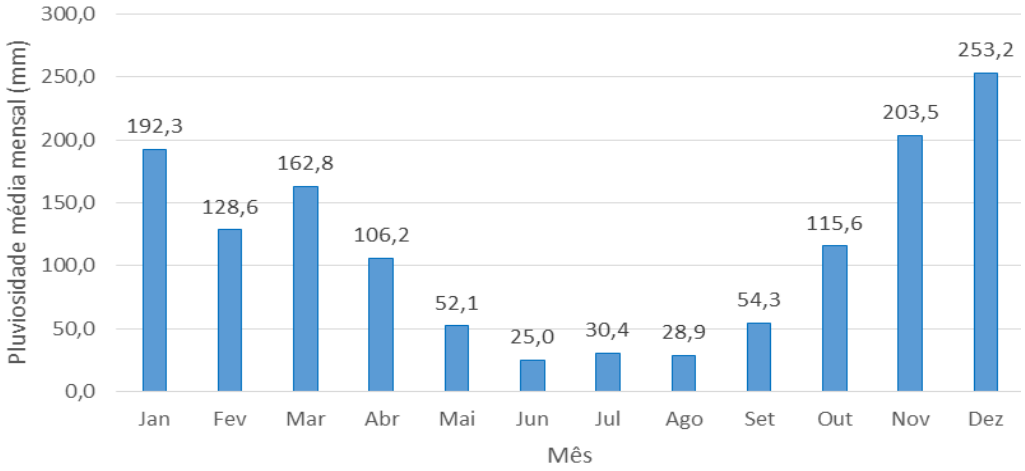
Conforme pode ser observado na Figura 3, a maior precipitação do período ocorreu no dia 14/12/2014, atingindo 74 mm de chuva, que correspondeu a um escoamento

superficial de 0,26 mm. O maior escoamento superficial do período foi medido no dia 05/10/2015, de 0,98 mm, ocasionado pela soma de escoamento de três dias chuvosos.

Embora seja regra que uma alta precipitação resulte em um elevado escoamento superficial, foram observados dias com grande precipitação sem o correspondente escoamento. Isto pode ser explicado devido à baixa umidade do solo e ao tipo de solo, que possibilitaram maiores taxas de infiltração. Esses dados corroboram com os obtidos por Bertoni e Lombardi Neto (2010).

Conforme pode ser observado na Figura 4, o município de Alegre é caracterizado pela ocorrência de maiores precipitações nos meses de novembro, dezembro e janeiro e menores precipitações em junho, julho e agosto (OLIVEIRA, 2015).

Figura 4 - Precipitação média mensal de Alegre, ES em 2014.

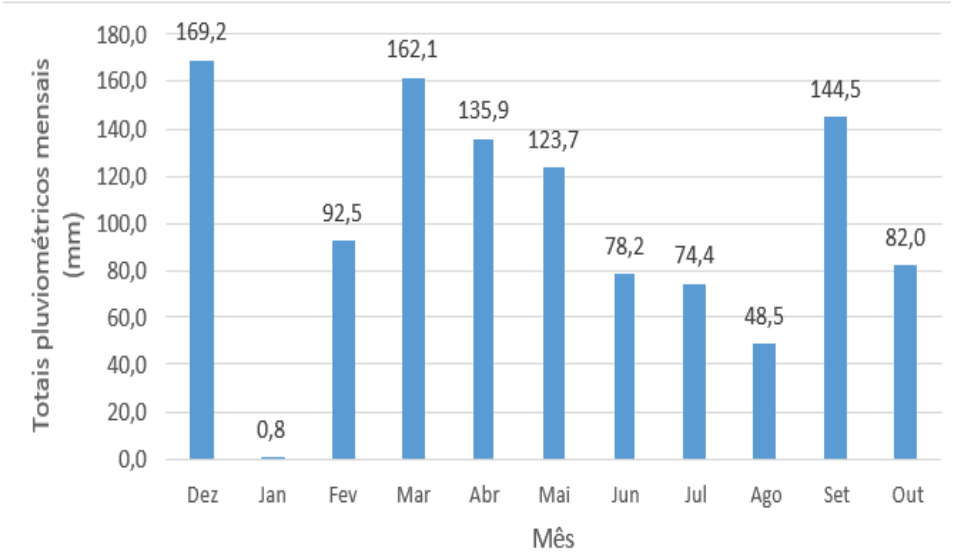


Fonte. Elaborado pelos autores.

Entretanto, conforme pode-se observar na Figura 5, os meses mais chuvosos do período foram dezembro de 2014 e março de 2015, tendo sido praticamente nula a precipitação do mês de janeiro de 2015, o que configura o período de análise como atípico em termos de precipitações pluviométricas.

A Tabela 3 apresenta os dados médios de escoamento superficial e de concentrações médias de P total, Ortofosfato, N total, N-NO_3^-, N-NO_2^-, N-NH_4^+ e outras formas de nitrogênio nas águas de escoamento superficial advindas das três parcelas experimentais.

Figura 5 - Totais pluviométricos mensais nas parcelas experimentais durante o período de análise, no período entre dezembro/2014 a outubro/2015.



Fonte. Elaborado pelos autores.

Tabela 3 - Escoamento superficial e concentrações de P total, PO_4^{3-}, N total, $N\text{-}NO_3^-$, $N\text{-}NO_2^-$, $N\text{-}NH_4^+$ e outras formas de nitrogênio no escoamento superficial advindas das parcelas experimentais no período entre 29/11/2014 a 12/12/2015.

Dia	Escoamento	P total	PO_4^{3-}	N total	$N\text{-}NO_3$	$N\text{-}NO_2$	$N\text{-}NH_4$	Outras formas de N
	mm	----------mg/L----------						
29/11/14	2,29	0,800	0,451	2,465	0,799	0,018	0,584	1,066
01/12/14	1,78	1,607	1,436	3,048	0,303	0,078	0,572	2,096
31/12/14	35,81	0,486	0,468	2,292	0,487	0,038	0,954	0,813
04/02/15	1,02	0,739	0,623	2,897	0,896	0,068	0,917	1,018
07/02/15	14,48	0,158	0,119	1,579	0,178	0,014	0,481	0,906
08/02/15	3,30	0,157	0,112	2,063	0,730	0,053	1,113	0,167
23/02/15	3,81	0,714	0,706	3,261	0,558	0,043	1,336	1,324
27/02/15	1,52	0,210	0,156	2,105	0,140	0,011	0,166	1,788
28/02/15	5,33	0,605	0,432	2,980	0,353	0,143	1,357	1,129
01/03/15	8,64	0,171	0,106	1,266	0,337	0,025	0,771	0,133
03/03/15	0,51	0,305	0,176	3,593	0,817	0,086	0,760	1,930
05/03/15	39,62	0,439	0,220	2,552	0,991	0,086	0,451	1,024
06/03/15	28,45	0,104	0,086	2,362	1,354	0,068	0,419	0,521
18/03/15	49,78	1,078	0,965	2,985	1,773	0,250	0,272	0,690
20/03/15	0,76	0,962	0,941	2,639	1,364	0,133	1,095	0,047
21/03/15	2,29	0,247	0,225	3,233	1,290	0,122	0,424	1,397
23/03/15	16,26	0,625	0,535	3,200	1,125	0,072	1,257	0,746
31/03/15	9,91	2,268	1,828	3,474	1,593	0,504	0,974	0,404
01/04/15	20,57	0,302	0,297	2,799	1,729	0,092	0,877	0,101
02/04/15	2,03	0,270	0,219	2,144	1,045	0,099	0,877	0,123
07/04/15	27,69	0,177	0,152	0,662	0,094	0,113	0,032	0,422
22/04/15	18,03	0,908	0,529	2,961	0,974	0,348	1,363	0,276
27/04/15	6,86	0,268	0,281	0,773	0,414	0,023	0,255	0,081

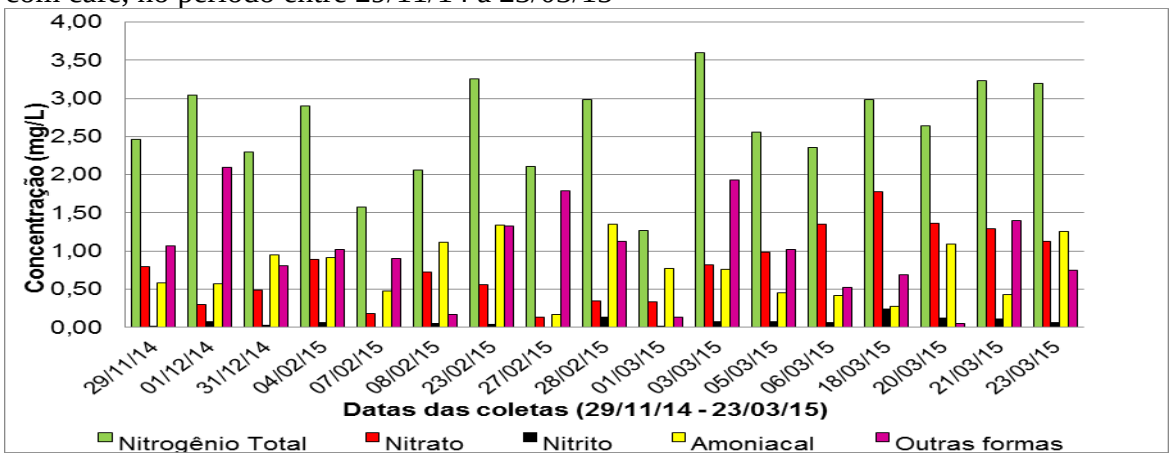
Continua...

Dia	Escoamento	P total	PO_4^{3-}	N total	$N\text{-}NO_3$	$N\text{-}NO_2$	$N\text{-}NH_4$	Outras formas de N
	mm	----------mg/L----------						
30/04/15	4,32	0,206	0,191	0,461	0,168	0,013	0,227	0,054
06/05/15	16,26	0,245	0,198	0,740	0,437	0,024	0,266	0,013
18/05/15	1,78	0,287	0,198	1,395	0,389	0,028	0,800	0,179
21/05/15	2,29	0,294	0,277	1,343	0,441	0,029	0,710	0,163
24/05/15	2,40	0,295	0,274	3,275	2,217	0,190	0,814	0,054
29/05/15	46,74	0,547	0,392	1,521	0,533	0,037	0,721	0,231
30/05/15	19,05	0,275	0,274	1,192	0,687	0,051	0,352	0,103
02/06/15	12,45	0,264	0,250	0,902	0,640	0,023	0,203	0,036
16/06/15	3,81	1,063	0,805	1,858	0,799	0,159	0,651	0,250
20/06/15	3,81	1,413	0,439	1,420	0,853	0,065	0,038	0,464
21/06/15	0,00	0,672	0,507	1,198	0,270	0,035	0,355	0,538
26/06/15	21,08	0,370	0,176	1,828	0,119	0,009	0,036	1,664
27/06/15	7,87	0,403	0,071	0,636	0,030	0,007	0,109	0,490
06/09/15	0,51	0,913	0,450	0,947	0,201	0,023	0,106	0,616
07/09/15	49,28	0,690	0,476	2,957	0,844	0,138	0,402	1,573
08/09/15	7,62	0,382	0,100	1,393	0,571	0,068	0,231	0,523
13/09/15	17,27	0,338	0,165	2,296	0,841	0,120	0,428	0,906
05/10/15	7,62	0,321	0,097	1,468	0,488	0,012	0,747	0,220
24/10/15	2,54	0,755	0,550	3,105	0,336	0,029	0,410	2,329
28/10/15	1,52	0,469	0,362	2,069	1,232	0,112	0,502	0,223
30/10/15	2,29	0,966	0,268	1,841	1,190	0,052	0,283	0,316
16/11/15	11,70	0,585	0,578	1,554	0,702	0,334	0,362	0,156
18/11/15	3,40	0,590	0,421	1,843	0,725	0,018	1,015	0,085
19/11/15	0,40	0,534	0,436	0,824	0,302	0,207	0,332	-0,017
20/11/15	6,04	0,966	0,408	1,865	0,546	0,062	0,298	0,959
25/11/15	1,50	0,613	0,296	2,408	0,857	0,254	0,994	0,303
03/12/15	6,06	0,258	0,138	1,112	0,061	0,039	0,225	0,788
08/12/15	4,24	0,452	0,371	2,100	0,573	0,061	1,110	0,357
12/12/15	2,51	0,375	0,300	1,551	0,676	0,053	0,626	0,197
MédiaAnual	10,90	0,560	0,395	2,008	0,713	0,091	0,589	0,615

Fonte. Elaborado pelos autores.

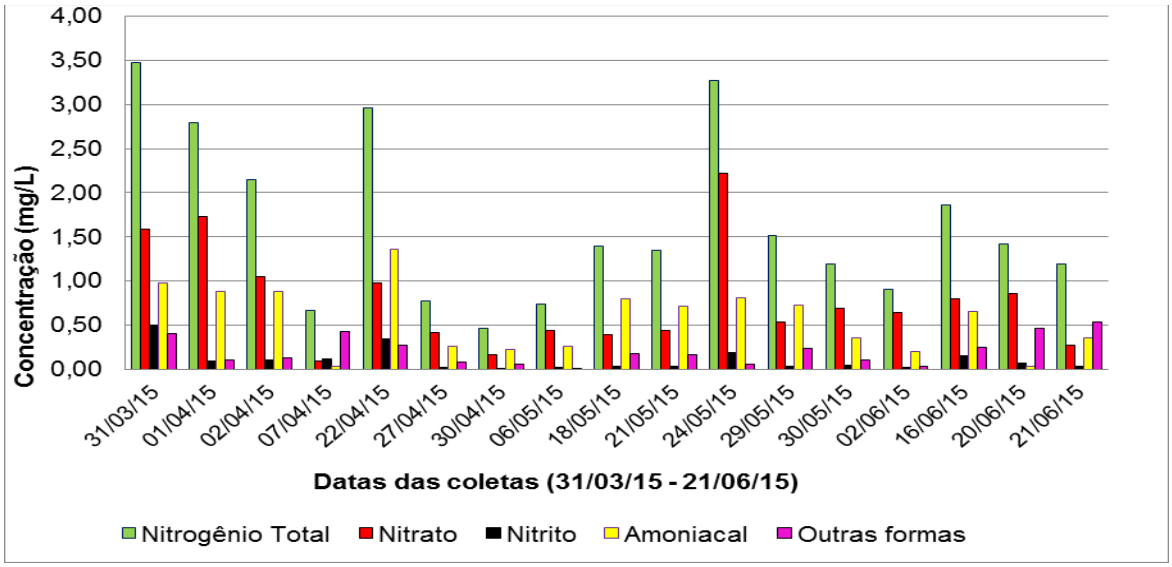
As Figuras 6, 7 e 8 apresentam as concentrações das formas nitrogenadas encontradas nas parcelas experimentais.

Figura 6 - Concentrações de N total, $N\text{-}NO_3^-$, $N\text{-}NO_2^-$, $N\text{-}NH_4^+$e outras formas de nitrogênio no escoamento superficial advindo de parcelas experimentais plantadas com café, no período entre 29/11/14 a 23/03/15



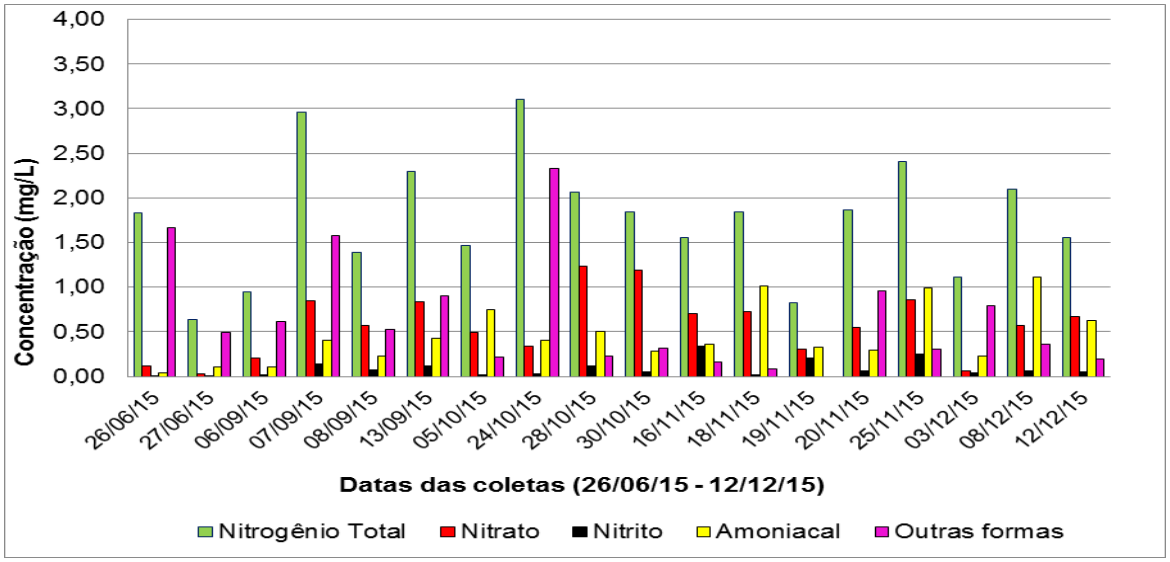
Fonte. Elaborado pelos autores.

Figura 7 - Concentrações de N total, N-NO_3^-, N-NO_2^-, N-NH_4^+ e outras formas de nitrogênio no escoamento superficial advindo de parcelas experimentais plantadas com café, no período entre 31/03/15 a 21/06/15



Fonte. Elaborado pelos autores.

Figura 8 - Concentrações de N total, N-NO_3^-, N-NO_2-, N-NH_4^+ e outras formas de nitrogênio no escoamento superficial advindo de parcelas experimentais plantadas com café, no período entre 26/06/15 a 12/12/15



Fonte. Elaborado pelos autores.

Pesquisadores como Young e Wiersma (1973) verificaram que o escoamento superficial é o principal agente erosivo responsável pelo transporte de nutrientes do solo; entretanto, em sistemas conservacionistas a redução de perdas superficiais pode ser atribuída aos efeitos do aumento da cobertura do solo com resíduos vegetais e consequente redução das perdas de solo e água, podendo resultar no aumento das concentrações de nutrientes nas águas de escoamento superficial em tais sistemas

(SCHICK, 1999).

Grandes concentrações de íons nitrogenados em águas superficiais podem ocorrer após o lançamento de material orgânico ou de fertilizantes nitrogenados no solo (MATOS, LEMOS e BARROS, 2004). Segundo Silva (1995) quando ocorre a incorporação da ureia no solo, os níveis de NH_3 em águas superficiais podem diminuir em até 90%, em relação aos casos de aplicação superficial do fertilizante.

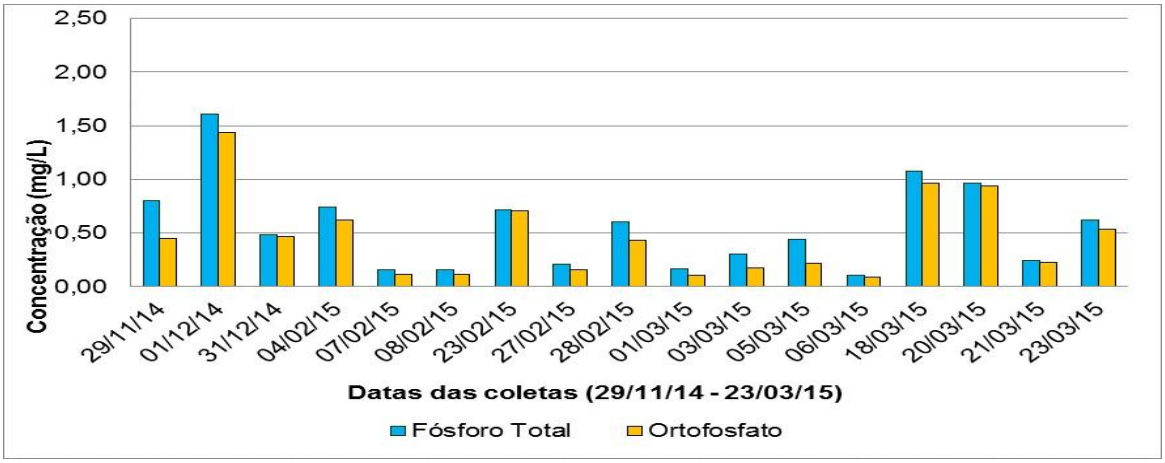
No presente estudo, observaram-se significativas concentrações de nitrogênio total em águas de escoamento superficial advindas das parcelas plantadas com café. Com respeito às formas de nitrogênio analisadas, as maiores concentrações médias foram de $N\text{-}NO_3^-$ e de "outras formas" as quais englobam nitrogênio orgânico, uréia e outras formas de menor importância sob o ponto de vista ambiental, os quais apresentaram média de, respectivamente, 2,422 mg/L e 2,423 mg/L. A menor concentração média foi de $N\text{-}NO_2^-$, com 0,320 mg/L. Deve-se observar que o íon nitrato quase não é adsorvido pelos componentes coloidais do solo, o que faz com que este se desloque facilmente no perfil do solo, podendo ser lixiviado em águas de percolação e, consequentemente, atingir os mananciais subterrâneos (FENG, 2005 e ANDRADE, 2009).

Em sistemas ambientais, via de regra, o nitrito é a forma de nitrogênio que apresenta as menores concentrações, devido ao fato de a transformação de amônia para nitrito, intermediada por bactérias do gênero *Nitrosomonas* envolver a retirada de seis elétrons do átomo de nitrogênio, enquanto que a transformação de nitrito para nitrato, intermediada por bactérias do gênero *Nitrobacter*, envolve a retirada de apenas 2 elétrons, sendo, desta forma, uma reação mais rápida que a primeira, o que impede, em ambientes naturais o acúmulo de nitrito no solo. Em águas do córrego Horizonte, Brune (2011) observou baixas concentrações de nitrito.

As maiores concentrações de nitrogênio nítrato, nitrogênio nitrito, nitrogênio amoniacal e de outras formas foram, respectivamente, de 7,713 mg/L no dia 05/03/2015, 2,947 mg/L no dia 16/11/2015, 7,323 mg/L no dia 05/10/2015, e 13.666 mg/L no dia 27/02/2015. Estes dados demonstram a complexidade da dinâmica do nitrogênio no solo e do seu transporte em águas de escoamento superficial.

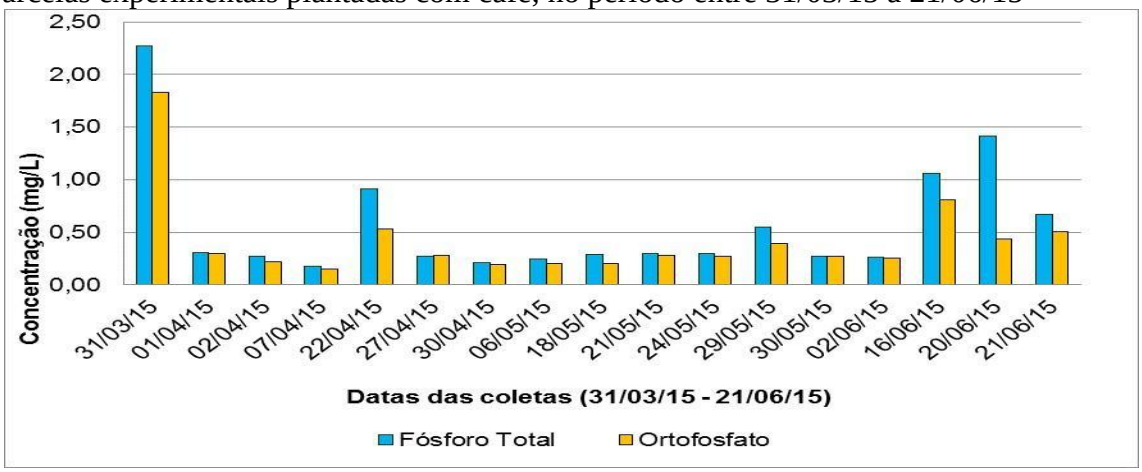
As Figuras 9, 10 e 11 apresentam as concentrações de P total e ortofosfato nas unidades experimentais.

Figura 9 - Concentrações de P total e PO_4^{3-}no escoamento superficial advindo deparcelas experimentais plantadas com café, no período entre 29/11/14 a 23/03/15



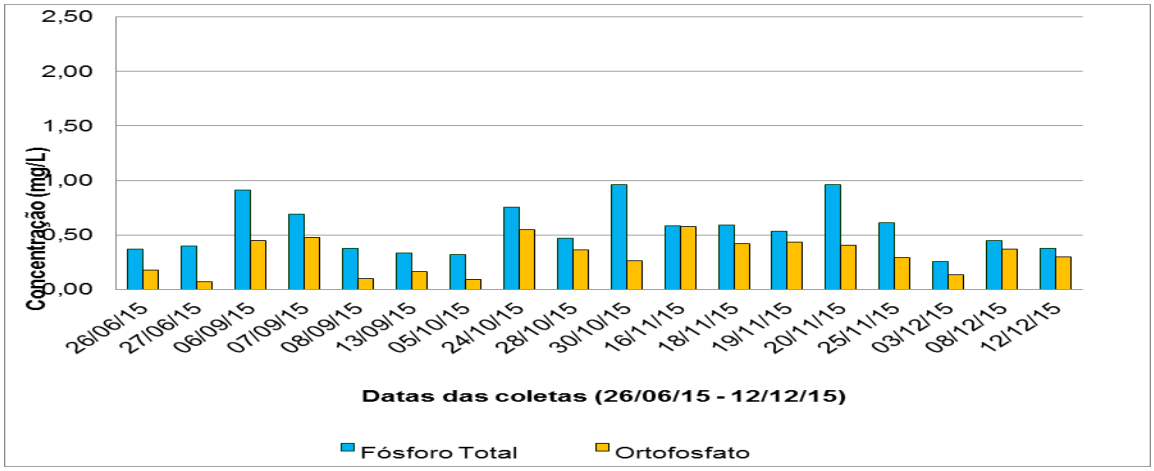
Fonte. Elaborado pelos autores.

Figura 10- Concentrações de P total e PO_4^{3-} noescoamento superficial advindo de parcelas experimentais plantadas com café, no período entre 31/03/15 a 21/06/15



Fonte. Elaborado pelos autores.

Figura 11 - Concentrações de P total e PO_4^{3-} no escoamento superficial advindo de parcelas experimentais plantadas com café, no período entre 26/06/15 a 12/12/15



Fonte. Elaborado pelos autores.

O fósforo pode se apresentar nas águas sob três formas diferentes: (1) fosfato particulado; (2) fosfato orgânico dissolvido; e (3) fosfato inorgânico dissolvido. Sob o ponto de vista ambiental, todas as formas ou frações de fosfato são importantes; no entanto, o fosfato inorgânico dissolvido (ou ortofosfato, ou fosfato reativo, ou P orto) é o mais importante, por ser a principal forma de fósforo assimilada pelos vegetais aquáticos (VALE JÚNIOR et al; 2010).

De acordo com Underwood e Suttle (1999), o teor de fósforo é influenciado pelas concentrações do solo, pelo estádio de maturidade da planta e o pelo clima. As concentrações de fósforo na planta aumentam de 0,03-0,05 g/kg de MS para cada miligrama de fósforo extraído do solo.

Conforme pode ser observado nas Figuras 9, 10 e 11, na maioria dos dias, as águas de escoamento superficial advindas das parcelas apresentaram valores de P total e ortofosfatos muito próximos, o que significa que a maioria do P transportado advindo das parcelas experimentais foi na forma inorgânica.

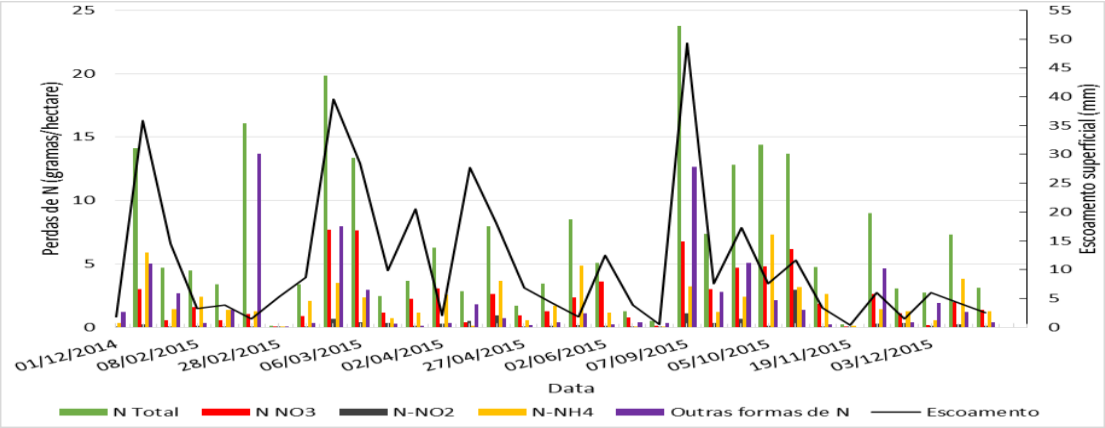
Deve-se observar, entretanto, que em vários dias ocorreu significativa diferença entre as formas de P analisadas. Nesses dias, as perdas de P orgânico foram significativas.

Nos nove dias em que as concentrações de P total foram mais elevadas (> 2,0 mg/L), em apenas dois dias (31/12/2014 e 16/11/2015) essas altas concentrações de P total foram acompanhadas de altas concentrações de ortofosfatos; nos demais, as concentrações de formas diferentes de ortofosfatos foram mais elevadas, o que indica a importância do fosfato orgânico nos casos de altas concentrações de P total em águas de escoamento superficial.

A Figura 12 e a Tabela 4 apresentam as perdas de P total, PO_4^{3-}, N total, $N\text{-}NO_3^-$, NNO_2, $N\text{-}NH_4^+$ e outras formas de nitrogênio nas águas de escoamento superficial advindas das três parcelas experimentais.

As Figuras 13 a 19 apresentam as perdas totais (em gramas por hectare) e as perdas percentuais das formas de nitrogênio, enquanto as Figuras 20 a 22 apresentam as perdas de P total e ortofosfato total em g/ha. As perdas de nutrientes foram calculadas pelo produto entre o volume de água escoada e as concentrações das formas de N e P nas mesmas.

Figura 12- Relação escoamento e perdas de Nitrogênio nas águas de escoamento superficial advindas das três parcelas experimentais



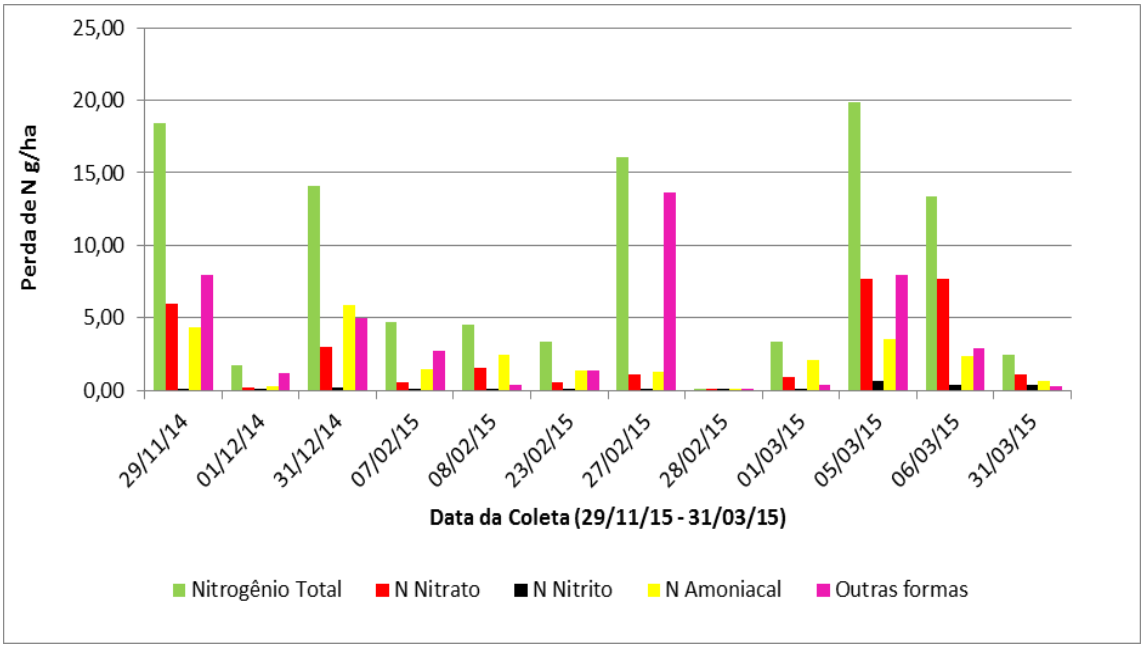
Fonte. Elaborado pelos autores.

Tabela 4 - Perdas de P total, PO_4^{3-}, N total, N-NO_3-, N-NO_2^-, N-NH_4^+e outras formas de nitrogênio nas águas de escoamento superficial advindas das três parcelas experimentais no período entre 29/11/2014 a 12/12/2015

Dia	P Total	PO_4^{3-}	N Total	N-NO_3^-	N-NO_2^-	N-NH_4^+	Outras formas de N
	----------gramas/ha----------						
29/11/14	5,989	3,378	18,465	5,981	0,131	4,371	7,981
01/12/14	0,929	0,830	1,762	0,175	0,045	0,330	1,212
31/12/14	2,991	2,880	14,117	3,001	0,234	5,873	5,009
07/02/15	0,469	0,353	4,691	0,530	0,041	1,428	2,692
08/02/15	0,342	0,244	4,500	1,593	0,115	2,428	0,364
23/02/15	0,737	0,730	3,369	0,576	0,044	1,381	1,368
27/02/15	1,605	1,195	16,085	1,067	0,082	1,271	13,666
28/02/15	0,028	0,020	0,140	0,017	0,007	0,064	0,053
01/03/15	0,461	0,286	3,404	0,906	0,066	2,075	0,358
05/03/15	3,418	1,713	19,867	7,713	0,670	3,512	7,973
06/03/15	0,588	0,486	13,359	7,658	0,385	2,372	2,945
31/03/15	1,615	1,302	2,473	1,134	0,359	0,693	0,288
01/04/15	0,395	0,388	3,659	2,260	0,120	1,146	0,132
02/04/15	0,786	0,638	6,253	3,046	0,290	2,557	0,360
07/04/15	0,755	0,648	2,827	0,403	0,484	0,137	1,803
22/04/15	2,447	1,427	7,982	2,627	0,937	3,675	0,743
27/04/15	0,592	0,620	1,706	0,914	0,051	0,562	0,179
30/04/15	1,531	1,417	3,423	1,244	0,096	1,682	0,401
18/05/15	1,744	1,206	8,488	2,366	0,168	4,864	1,089
05/10/15	3,147	0,951	14,388	4,784	0,121	7,323	2,160
16/11/15	5,161	5,100	13,711	6,194	2,947	3,194	1,376
18/11/15	1,513	1,079	4,725	1,859	0,046	2,602	0,218
19/11/15	0,161	0,132	0,249	0,091	0,062	0,100	-0,005
20/11/15	4,648	1,966	8,979	2,628	0,297	1,436	4,618
25/11/15	0,785	0,379	3,087	1,099	0,326	1,274	0,389
03/12/15	0,632	0,337	2,726	0,150	0,095	0,551	1,930
08/12/15	1,568	1,286	7,286	1,987	0,212	3,850	1,237
12/12/15	0,749	0,599	3,099	1,350	0,106	1,250	0,394
Média Anual	1,721	1,145	7,226	2,422	0,320	2,061	2,423

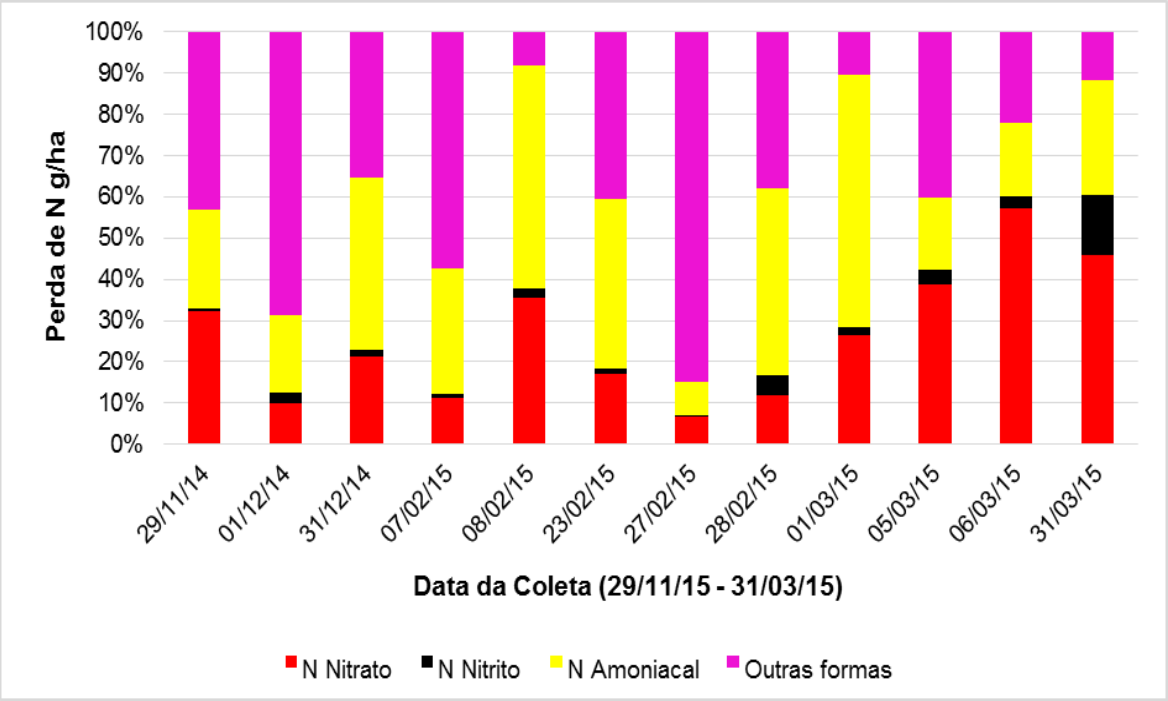
Fonte. Elaborado pelos autores.

Figura 13 - Perdas de N total, N-NO_3^-, N-NO_2^-, N-NH_4^+ e outras formas de nitrogênio nas águas de escoamento superficial advindas das três parcelas experimentais no período entre 29/11/14 a 31/03/15



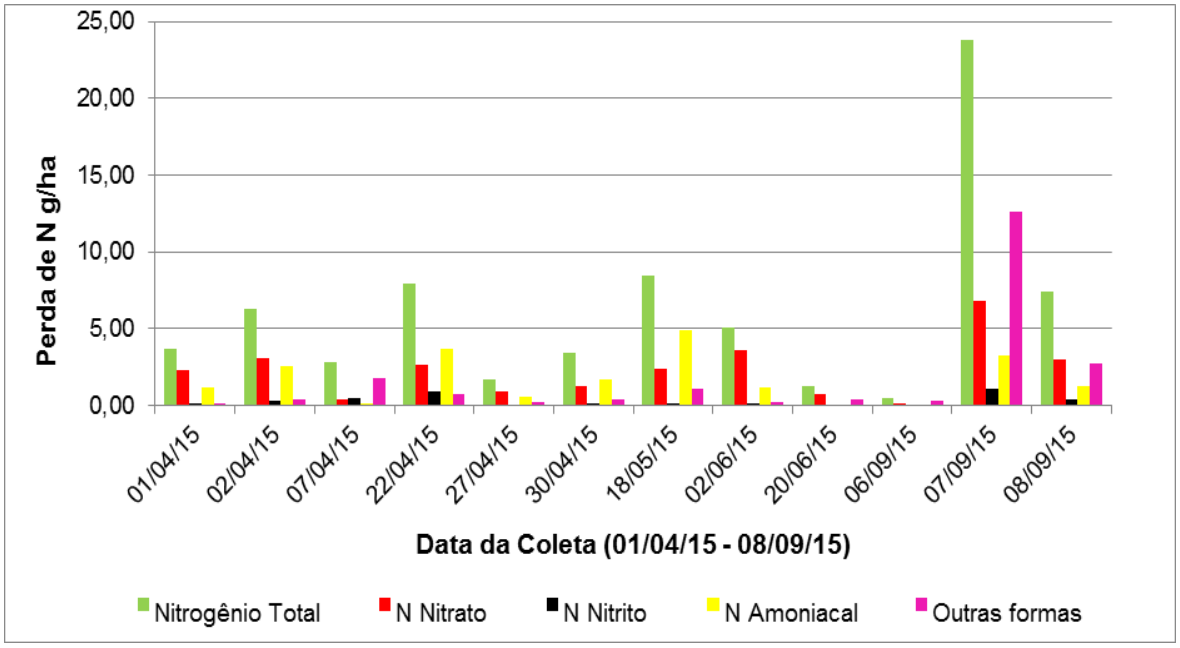
Fonte. Elaborado pelos autores.

Figura 14- Perdas percentuais das formas de nitrogênio em águas de escoamento superficial advindas de parcelas experimentais plantadas com café no período entre 29/11/14 a 31/03/15



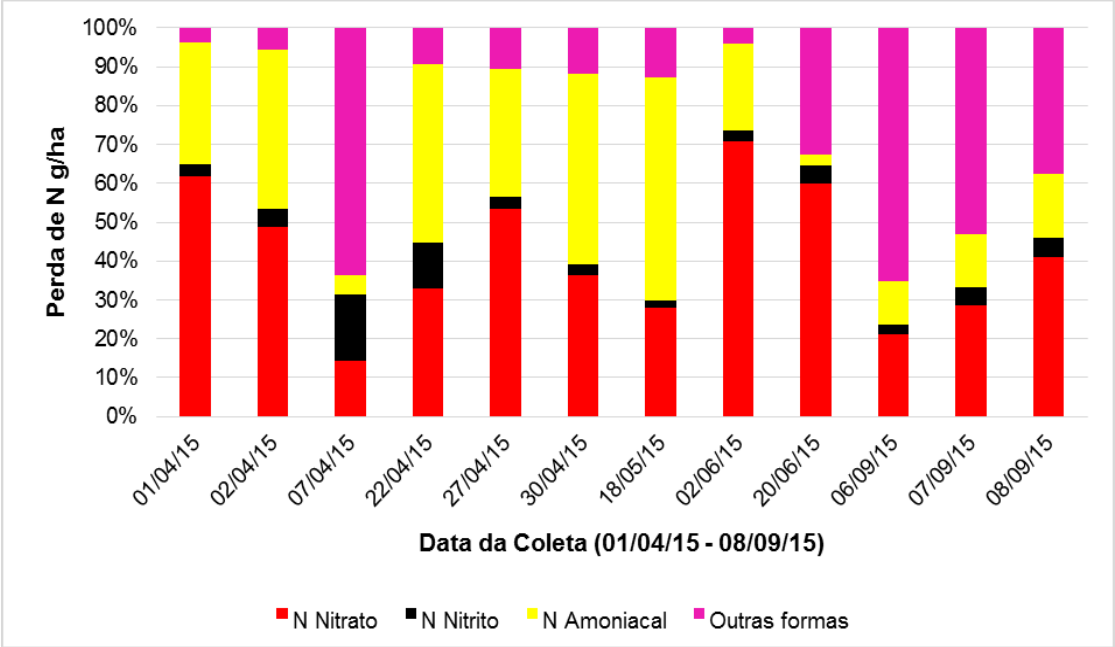
Fonte. Elaborado pelos autores.

Figura 15 - Perdas de N total, $N\text{-}NO_3^-$, $N\text{-}NO_2^-$, $N\text{-}NH_4^+$ e outras formas de nitrogênio nas águas de escoamento superficial advindas das três parcelas experimentais, no período entre 01/04/15 a 08/09/15



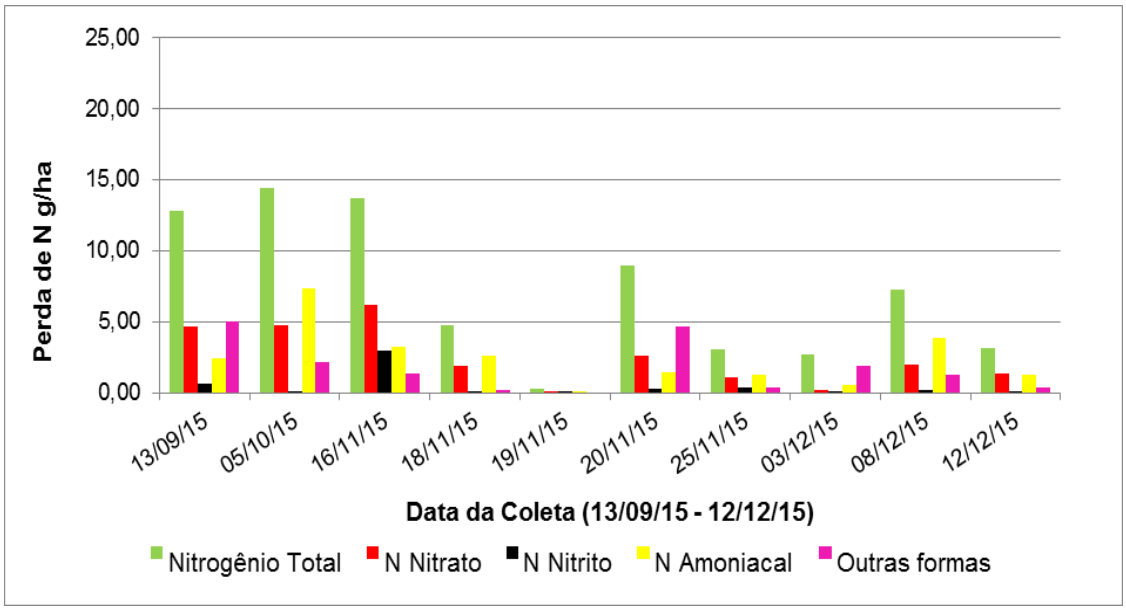
Fonte. Elaborado pelos autores.

Figura 16- Perdas percentuais das formas de nitrogênio em águas de escoamento superficial advindas de parcelas experimentais plantadas com café no período entre 01/04/15 a 08/09/15



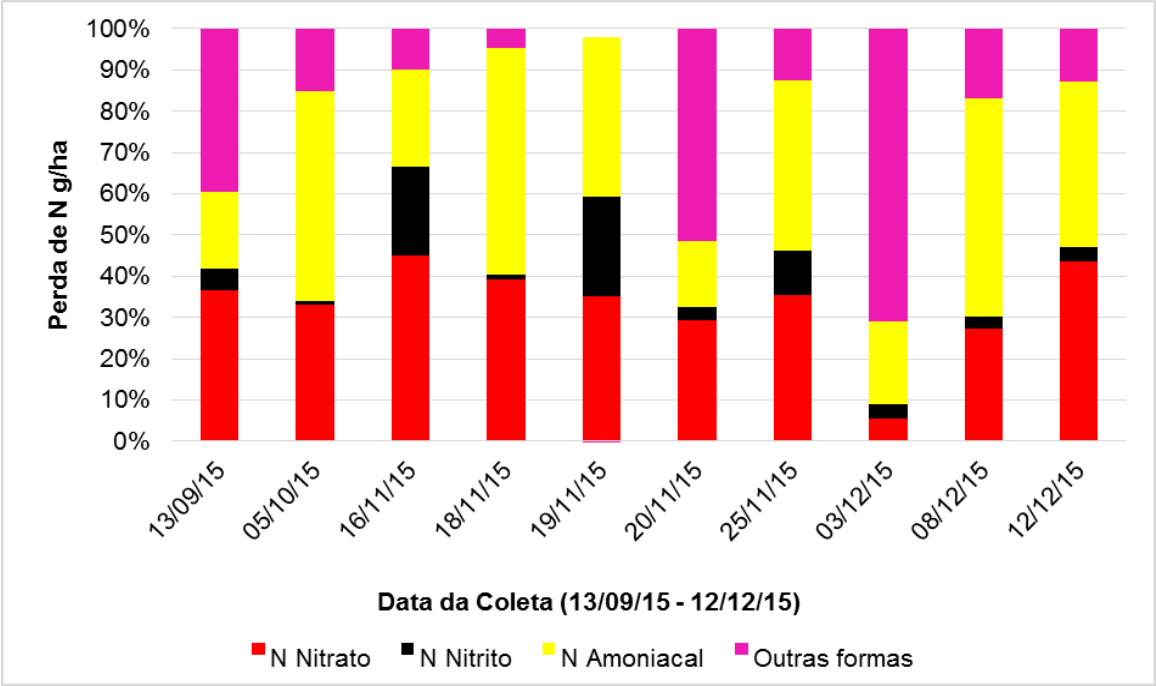
Fonte. Elaborado pelos autores.

Figura 17 - Perdas de N total, $N\text{-}NO_3^-$, $N\text{-}NO_2^-$, $N\text{-}NH_4^+$ e outras formas de nitrogênionas águas de escoamento superficial advindas das três parcelas experimentais, noperíodo entre 13/09/15 a 12/12/15



Fonte. Elaborado pelos autores.

Figura 18- Perdas percentuais das formas de nitrogênio em águas de escoamento superficial advindas de parcelas experimentais plantadas com café no período entre 13/09/15 a 12/12/15



Fonte. Elaborado pelos autores.

A perda de nitrogênio via enxurrada pode ocorrer tanto na forma solúvel como na forma particulada (N orgânico + N mineral ligado ao sedimento). As formas solúveis de nitrogênio, nitrato (NO_3^-) e amônio (NH_4^+), principalmente o primeiro, são normalmente encontradas em baixas concentrações no escoamento superficial, enquanto que o N particulado é a principal forma de N transportado em superfície (SHARPLEY et al., 1987).

As perdas de todas as formas de nitrogênio das parcelas experimentais apresentaram baixa correlação com o escoamento superficial, tendo R^2 sempre menor que 0,3 para ajustes de curvas linear, potencial, polinomial, logarítmica e exponencial entre o escoamento superficial e as perdas das formas de N estudadas.

O que demonstra a complexidade dos fenômenos que envolvem as transformações e o transporte de nitrogênio por águas de escoamento superficial. Entretanto, conforme pode ser visto na Figura 14, embora nos dias 27/02/2015, 18/05/2015 e 08/12/2015 tenha havido perdas significativas em dias de baixo escoamento superficial e nos dias 01/04/2015 e 07/04/2015 ocorreu perdas baixas em dias de significativo escoamento superficial, há uma forte tendência de haver perdas de nitrogênio significativas em dias de mais elevado escoamento superficial.

Esta tendência é justificada pelo fato de ser a água de escoamento superficial o agente que interage com a camada superior do solo, extraindo os nutrientes nela contida, além de ser o agente de transporte dos mesmos.

As elevadas perdas de nitrogênio ocorridas em dezembro de 2014 e em março, setembro e novembro de 2015 foram acompanhadas por maiores valores de escoamento superficial.

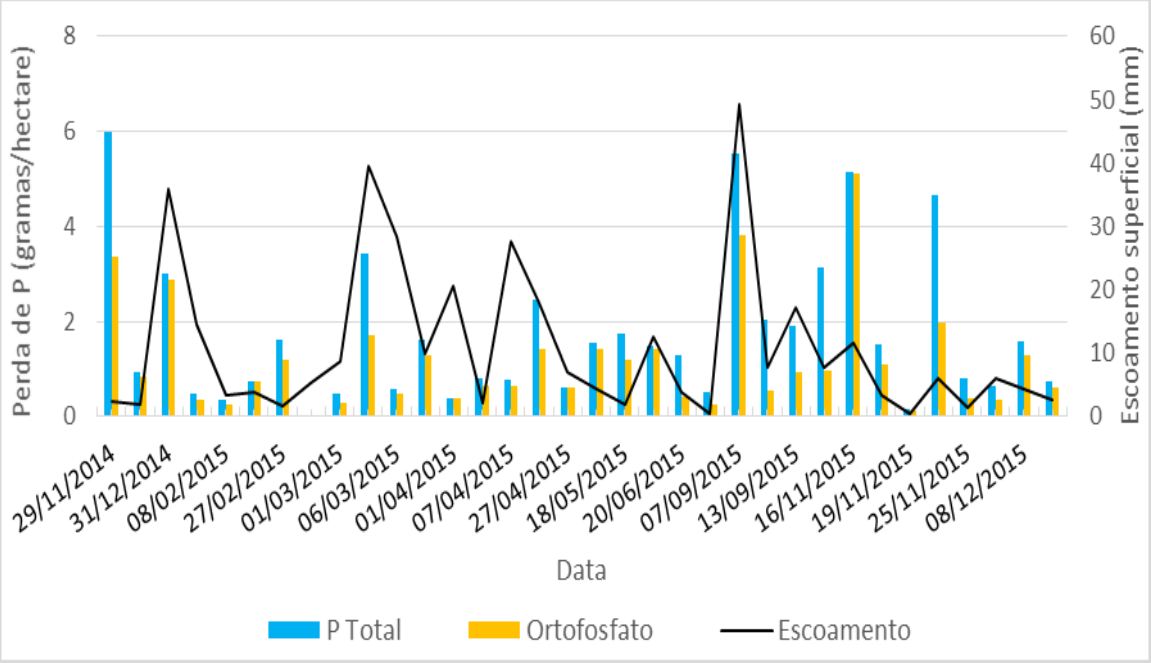
Deve-se ressaltar que, em meados de outubro, o cafezal recebeu fertilização com 160 g do formulado 25-05-20 por planta, aumentando, assim, a quantidade de nitrogênio disponível na superfície do solo apto para ser carreado por águas de escoamento superficial, o que certamente colaborou para as mais elevadas perdas ocorridas em novembro de 2015.

Nitrogênio nítrico e outras formas de N representaram, cada um, 33,25% das perdas totais de nitrogênio. Estas formas foram seguidas pelo nitrogênio amoniacal, que representou 28,3% das perdas, enquanto o nitrogênio nitrito representou apenas 4,4% das perdas totais de N.

Segundo Guardagnin et al., (2005) as perdas totais de N são menores nos sistemas conservacionistas de manejo do solo do que em preparo convencional. Deve-se ressaltar que o solo das parcelas experimentais foi manejado de forma

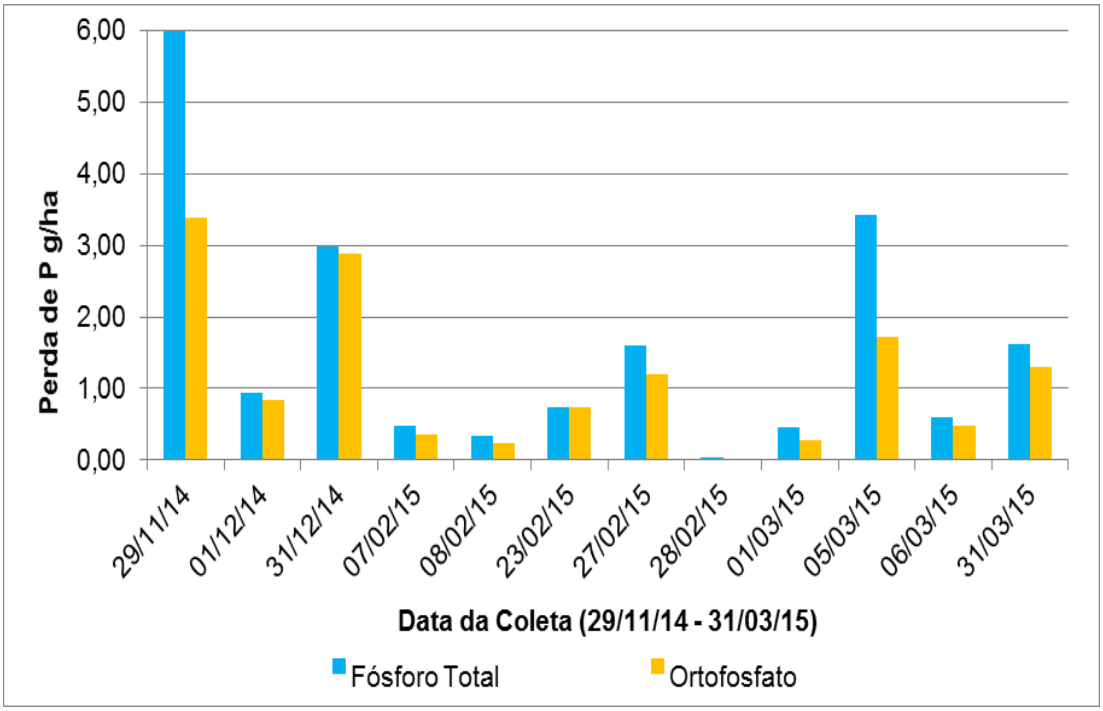
conservacionista, já que não houve revolvimento do solo das parcelas e que o controle do mato foi feito por meio de roçada mecânica.

Figura 19- Relação escoamento e perdas de fósforo nas águas de escoamento superficial advindas das três parcelas experimentais



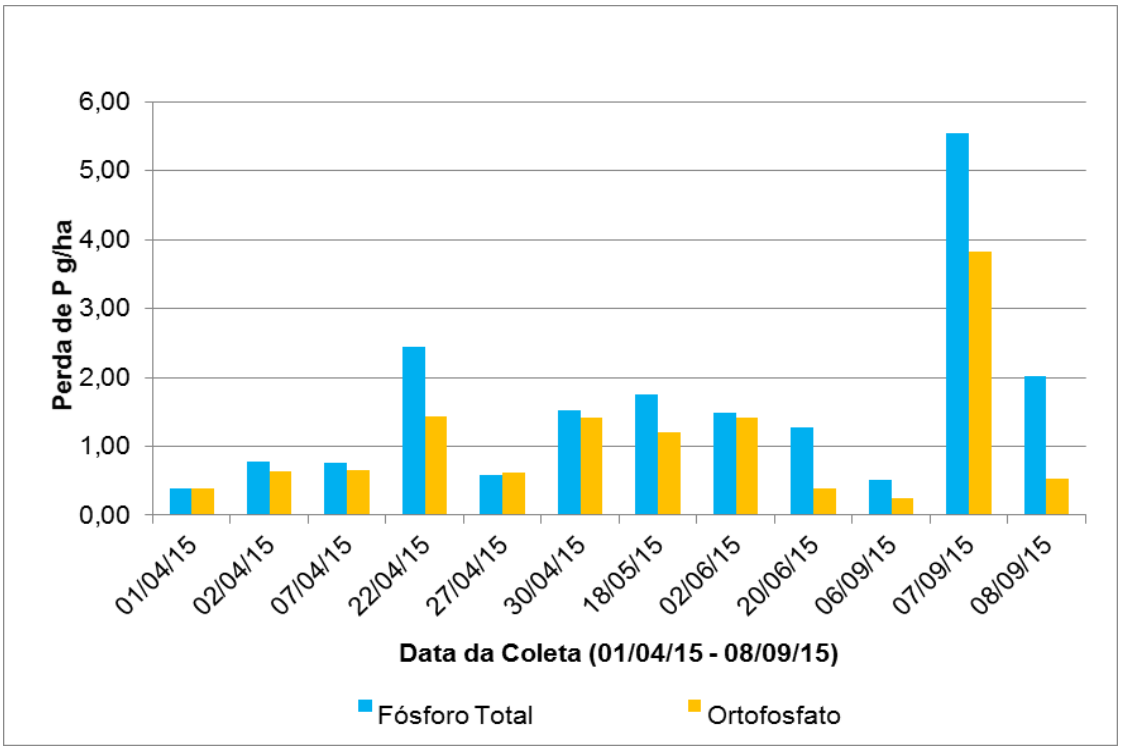
Fonte. Elaborado pelos autores.

Figura 20 - Perdas de P total e ortofosfato em águas de escoamento superficial advindas de três parcelas experimentais, no período entre 29/11/15 a 31/03/15



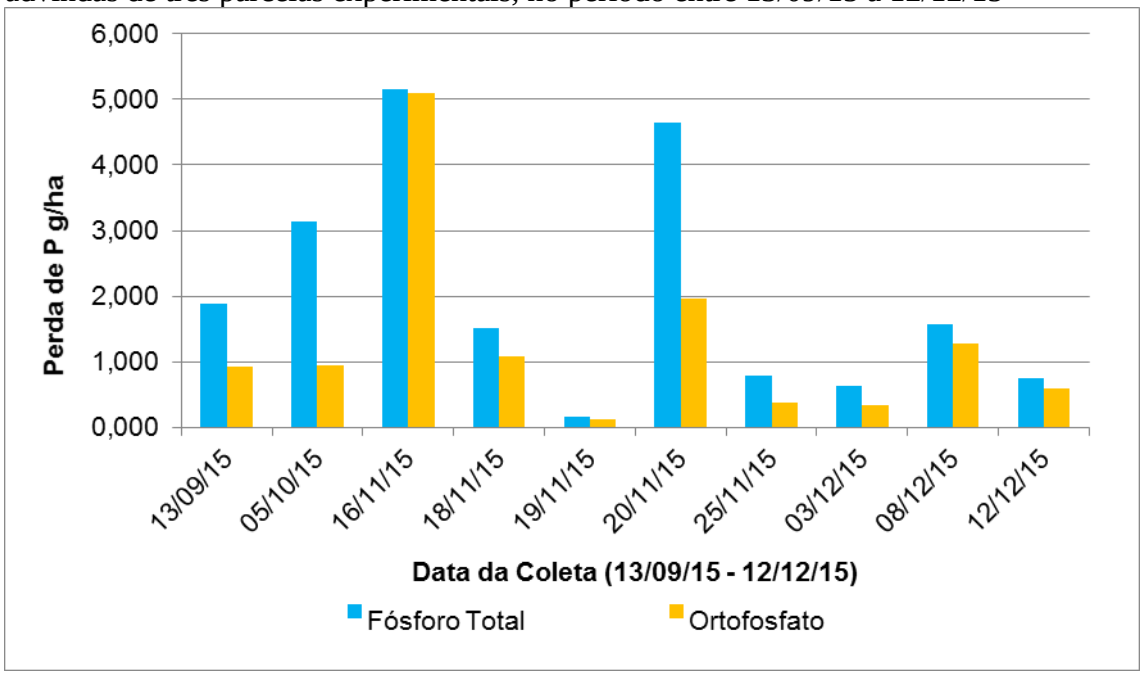
Fonte. Elaborado pelos autores.

Figura 21 - Perdas de P total e ortofosfato em águas de escoamento superficial advindas de três parcelas experimentais, no período entre 01/04/15 a 08/09/15



Fonte. Elaborado pelos autores.

Figura 22 - Perdas de P total e ortofosfatoem águas de escoamento superficial advindas de três parcelas experimentais, no período entre 13/09/15 a 12/12/15



Fonte. Elaborado pelos autores.

De acordo com Sharpley et al. (1994), o fósforo do solo é perdido em águas de escoamento superficial dissolvido na água ou adsorvido às partículas de solo. O P dissolvido na água de enxurrada é composto principalmente de ortofosfato e é

prontamente disponível para absorção pelas algas e plantas aquáticas, enquanto o P adsorvido às partículas de solo e matéria orgânica se disponibiliza às algas e plantas aquáticas a longo prazo no corpo de água em que for depositado.

Os solos tropicais apresentam elevado grau de óxidos e hidróxidos de Al, Fe e Mn. Estes são os principais responsáveis pela adsorção do P às partículas coloidais do solo que faz com que o P adsorvido às partículas não seja prontamente disponível à biota aquática (BEZERRA., 2009).

Assim como as perdas de N, as perdas de P das parcelas experimentais apresentaram baixa correlação com o escoamento superficial, tendo R^2 sempre menor que 0,2 para ajustes de curvas de tendência de forma linear, potencial, polinomial, logarítmica e exponencial entre o escoamento e as duas formas de P analisadas.

Entretanto, conforme pode ser visto na Figura 20, embora nos dias 29/11/2014, 27/02/2015 e 30/04/2015, 18/05/2015, 05/10/2015, 16/11/2015 e 20/11/2015 tenha havido perdas significativas em dias de baixo escoamento superficial e nos dias 07/02/2015, 28/02/2015, 06/03/2015, 01/04/2015 e 07/04/2015 ocorreram perdas baixas em dias de significativo escoamento superficial, há uma forte tendência de haver maiores perdas de fósforo em dias de mais elevado escoamento superficial.

Esta tendência é justificada pelo fato de ser a água de escoamento superficial o agente que interage com a camada superior do solo, extraindo as formas de P disponível nela contida, além de ser o agente de transporte do P na forma dissolvida, assim como o agente de erosão, que promove o carreamento dos sedimentos nos quais o P estiver adsorvido.

Em média, os ortofosfatos compuseram 70,78% das perdas de solo advindas das parcelas experimentais. O restante 29,22% representaram, as perdas de P orgânico e P adsorvido nas partículas do solo.

4. CONCLUSÕES

As maiores concentrações médias de nitrogênio em águas de escoamento superficial foram de nitrato (2,422 mg/L) e “outras formas” (2,423mg/L) e a menor concentração média foi de nitrito (0,320 mg/L).

As concentrações de P total e ortofosfato apresentaram valores semelhantes (> 2,0 mg/L), sendo maiores nas formas inorgânicas.

As perdas de N e P foram maiores em dias de elevado escoamento superficial.

As perdas de N e P das parcelas experimentais apresentaram baixa correlação com o escoamento superficial.

Os resultados obtidos neste estudo concluem que áreas plantadas com café podem ser consideradas importantes fontes de N e P para sistemas aquáticos adjacentes quando apresentam altas taxas de escoamento superficial. Desta maneira, a adoção de práticas conservacionistas como a roçagem e plantio em nível, acompanhadas de uma adubação parcelada no decorrer do ano são recomendadas para reduzir o escoamento superficial e minimizar as perdas desses nutrientes.

REFERÊNCIAS

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 7.ed. São Paulo: Ícone, 2010. 355p.

BEZERRA, M. O. **Dinâmica do nitrogênio no solo e sua implicação na qualidade da água em uma bacia hidrográfica com diferentes tipos de uso de solo com ênfase no papel da floresta ripária**. 2009. 129 f. Dissertação (mestrado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

BRUNE, R. A. **Partição e variação temporal das concentrações de nitrogênio e fósforo na bacia hidrográfica do córrego horizonte, Alegre** – ES. 2011. 60 TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) - IFES, vitória.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Acompanhamento da Safra Brasileira de Café, v. 3 – Safra 2016, n.2 - **Segundo Levantamento, Brasília**, p. 1-104, maio de 2016.

ESTEVES, F. A. (Coord.). **Fundamentos de limnologia. 3. ed. Rio de Janeiro**: Interciência, 2011. 790 p.

FENG Z. Z. Soil N and salinity leaching after the autumn irrigation and its impact on groundwater in Hetao Irrigation District,**China.Agricultural Water Management**, v.71, p.131-143, 2005 e ANDRADE. Impacto da lixiviação de nitrato e cloreto no lençol freático sob condições de cultivo irrigado**. Ciência Rural, Santa Maria**, RS, v. 39, n.1, p.88-95, jan-fev, 2009.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 631p. 2006.

MATOS, A. T.; LEMOS, A. F.; BARROS, F. M. Mobilidade de nitrato em solos de rampas de tratamento de águas residuárias por escoamento superficial. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa. v.12, n.1, p. 57 - 65, Jan/mar., 2004.

OLIVEIRA, Y. R. **Avaliação da perda de solo em parcelas experimentais encobertas por café na região do Caparaó Capixaba**. 2015. 39 TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) - IFES, Alegre.

PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. (Ed.) **Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo: 5ª aproximação**. Vitória, ES: SEEA; Incaper; CEDAGRO, 301 p. 2007.

PRUSKI F. F. Escoamento Superficial. **2. ed. Viçosa,** MG: UFV, 2011. 9 p.

SCHICK, J. **Erosão hídrica em Cambissolo Húmico álico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo**. Lages, Universidade do Estado de Santa Catarina, 114p. 1999. (Tese de Mestrado)

SHARPLEY, A. N. Environmental impact of agricultural nitrogen and phosphorus use. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v. 35, p. 812-817, 1987.

SHARPLEY, A. N.; CHAPRA, S. C.; WEDEPOHL, R.; SIMS, J. T.; DANIEL, T. C.; REDDY, K. R. Managing agriculturall phosphorus for protection of surface waters: **issue and options Journal of EnvironmentalQuality**, v. 23, p. 437-451, 1994.

SILVA, A. J. Perdas de amônia por volatilização proveniente da uréia aplicada a solos dos trópicos úmidos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa**, v.19, p.141 - 144, 1995.

UNDERWOOD, E. J.; SUTTLE, N. F. The Mineral Nutrition of Livestock.**3ª ed. Wallingford**: CAB International, 614 p. 1999.

VALLE JÚNIOR, R. F., ABDALA, V. L., GUIDOLINI, J. F. ALMEIDA, R. F. SOUZA, M. A. S. C. Ortofosfato como parâmetro indicador de qualidade da água em diferentes pontos de coleta na bacia do rio Uberaba. **EnciclopédiaBiosfera**, Centro CientíficoConhecer. Goiânia, v.6, n.11, p. 1-6. 2010.

YOUNG, R. A.; WIERSMA, J. L. The role of rainfall impact in soil detachment and transport. **Water Resources Research, Washington**

CAPÍTULO VII

QUALIDADEDE MUDAS DE CAFÉ ARÁBICA PRODUZIDAS EM DIFERENTES RECIPIENTES E SUBSTRATOS

Luana Cruz Vasconcelos
Mayara Machado Fassarella
Lucas Pereira Rosa
Kamila Machado Fassarella
José Francisco Lopes
Israel Martins Pereira
João Batista Pavesi Simão
Maria Christina Junger Delôgo Dardengo

1. INTRODUÇÃO

A produção de mudas sadias e vigorosas consiste no primeiro passo para a formação de uma lavoura cafeeira produtiva. Contudo, a necessidade de aumentar a população de plantas de café por área, objetivando-se adequar maiores produtividades em ciclos curtos nos diferentes sistemas de plantio (adensado, super adensado e safra zero), elevou custo de implantação da lavoura cafeeira, o que motivou o estudo de novas alternativas de reduzir o custo das mudas e plantio, como também, promover uma melhor homogeneidade e vigor das mudas (MATIELLO et al., 2008).

Estudos têm demonstrado que a maioria das mudas de café produzidasconsistem na utilização de sacolas plásticas, demandando áreas consideráveis em viveiros, volumes maiores de substrato e logística mais dispendiosa para a distribuição até os locais de plantio em definitivo (MELO, 1999).

Como alternativa para suplantar as limitações observadas na produção de mudas em sacolas, foram desenvolvido tubetes plásticos, com tamanhos e formas os mais variados. Os tubetes, normalmente, são preenchidos com substratos comercias que podem ser encontrados em diversas regiões do país. Além da praticidade, utilizam menos espaço e podem ser reutilizados, o que permite equacionar o custo por muda produzida em preços compatíveis com as mudas produzidas em sacolas (AMARAL et al., 2007).

Para Costa et al. (2000), produzir mudas de café em tubetes permite sucesso na atividade viveirista desde que o substrato, a semente e o manejo sejam de qualidade e os tratos fitossanitários não ponham em risco todo o trabalho, sobretudo nas questões

envolvendo possibilidade de fitonematóides. Os mesmos autores relatam que o uso de tubetes na produção de mudas de cafeeiro iniciou-se no ano de 1989. No estado do Espírito Santo, a utilização desse recipiente foi inicialmente questionada, sobretudo para propagação dos clones de café robusta por estaquia (DARDENGO et al., 2009).

O tipo de substrato e as dimensões dos recipientes tem influência direta na qualidade e no custo de produção das mudas de café. A adoção de adubos de liberação lenta, assim como polímeros hidroabsorventes (gel) aos substratos trazem vantagens ao crescimento das plantas e, consequentemente, impactam na uniformidade das mudas. A busca pelo equacionamento da melhor forma de produzir as mudas passa pela avaliação, ainda, do binômio "qualidade xcusto de produção" para as diferentes formas de propagação(sementes, estacas, etc.),cultivares e fim a que se destinam: produção comercial epesquisa.

Os parâmetros morfológicos mais utilizados na determinação do padrão de qualidade de mudas têm sido a alturada da parte aérea,o diâmetro docoleto, o peso de matéria seca da parte aérea e de raízes. Contudo, tais parâmetros não devem ser usados isoladamente, para que sejam evitadas distorções provenientes do excesso de nitrogênio, por exemplo, ou do crescimento foliar em detrimento ao sistema radicular. Para isso, utilizam-se índices de qualidade, que são relações entre os parâmetros de crescimento (MARANA et al., 2008).

Mediante ao exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o crescimento e a qualidade de mudas do cafeeiro arábica formadas em diferentes recipientes e substratos.

2. METODOLOGIA

O experimento foi realizado no viveiro de Produção de Mudas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Espírito Santo – Campus de Alegre, localizado no Distrito de Rive, Município de Alegre-ES, na latitude 20º 25' 51,61" S, longitude de 41º 27' 24,51" W Datum SIRGAS 2000, e altitude de 137 m. A precipitação média anual é de 1.250mm e o clima da região é classificado por Köppen como sendo do tipo Aw, com temperatura média anual de 26 °C. O experimento foi montado e conduzido no período de setembro de 2011 a

fevereiro de 2012.

Foram utilizadas sementes de *Coffea arabica* variedade IAC 81 (Catuaí Vermelho), oriundas da Fazenda Experimental do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) em Venda Nova do Imigrante.

Para a produção das mudas foram utilizados tubetes com capacidade para 50mL e 280mL, dispostos em bandejas plásticas, e sacolas de polietileno pretas com as seguintes dimensões: 22cm x 11cm, com 7cm de diâmetro, 22 furos na parte inferior e volume aproximado de 700 mL.

Os substratos testados foram: (a) LE - lodo de esgoto; (b) LVp - lama de viveiro de peixe; CV–convencional; CM – comercial, conforme apresentado na Tabela 1.

As avaliações das mudas foram realizadas aos 140 dias de idade, determinando-se as seguintes características de crescimento: altura das mudas, diâmetro do caule, massa da matéria seca da parte aérea, da raiz e total, relação parte aérea/raiz (RPAR), relaçãoaltura/diâmetro do caule (RAD) e índice de qualidade de Dickson (IQD), obtido pela fórmula: IQD = [massa seca total / (RAD + RPAR)] preconizada por Dickson et al. (1960).

Tabela1 Caracterização dos substratos utilizados na produção de mudas do cafeeiro arábica em diferentes recipientes.

Substrato	Fertilização para 50 L da Mistura	
	Materiais	Adubos Químicos
LE	70% de terra peneirada de subsolo + 30% de lodo de esgoto	100 g de Calcário Dolomítico+ 200 g Superfosfato Simples + 15 g de KCl
LVp	70% de terra peneirada de subsolo + 30% de lama de viveiro de peixe	100 g de Calcário Dolomítico+ 200 g Superfosfato Simples + 15 g de KCl
CV	70% de solo peneirada de subsolo + 30% esterco bovino	100 g de Calcário Dolomítico+ 200 g Superfosfato Simples + 15 g de KCl
CM	Brasaplant	Osmocote 5g/L + Hidrogel 2g/L

Fonte: Fassarella et al. (2013).*LE= lodo de esgoto; LVp= lama de viveiro de peixes; CV= substrato convencional; CM=substrato comercial .

A altura das mudas foi medida a partir de uma régua graduada em milímetros, tomando como referência a distância entre o colo e o ápice da muda. O diâmetro do

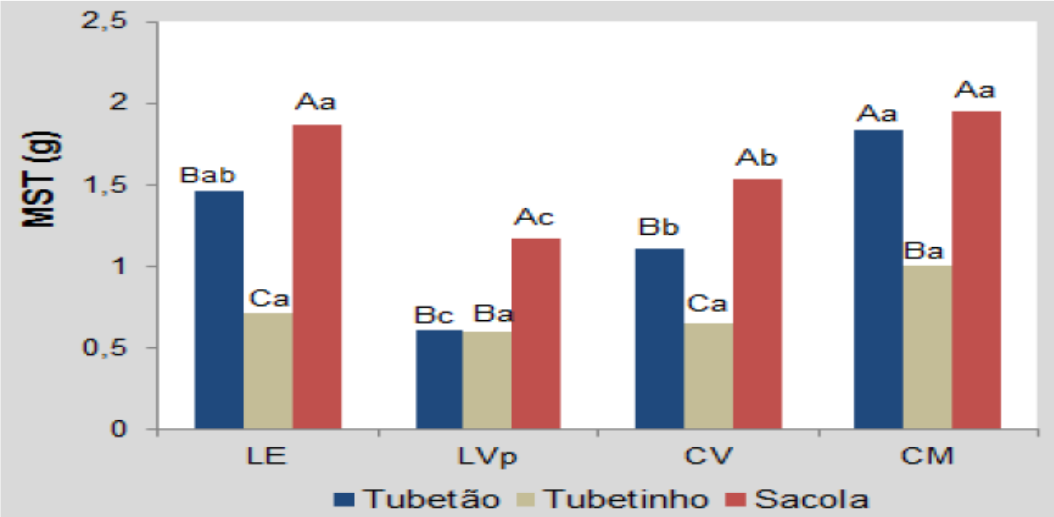
caule foi obtido a uma altura de um centímetro do nível do substrato no recipiente, utilizando-se um paquímetro digital. Já a determinação da massa seca da parte aérea, de raízes e total, as plantas foram cortadas, lavadas e colocadas para secar em sacos de papel previamente identificados e transferidas para estufa de ventilação forçada à temperatura de 65 ºC por 72 horas, conforme ilustrado no Apêndice B. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), distribuído emesquema fatorial 3 x 4 (três tipos de recipientes e quatro tipos desubstratos), totalizando 12 tratamentos, em dez repetições. Os dados experimentais foram submetidos à ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, por meio do programa computacional SAEG.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância das características de crescimento e qualidade de mudas de café arábica mostrou que houve interação significativa entre os fatores recipientes e substratos, indicando existir uma dependência entre os efeitos desses fatores sobre o crescimento das mudas de café arábica. Assim, os dados foram analisados de forma desdobrada, conforme apresentado nas Figuras 1 e 2.

Na Figura 1 são apresentados os resultados de Matéria Seca Total (MST) em mudas de café arábica nos diferentes tipos de recipientes e substratos, que expressa o crescimento vegetal nas condições experimentais.Os maiores valores de matéria seca total foram obtidos em mudas produzidas em sacolas, independente do substrato utilizado, exceto para o tubete maior preenchido com substrato comercial (CM), quando não foram observadas diferenças significativas entre esses recipientes. Por sua vez, baixos valores de matéria seca total foram obtidos em mudas formadas no tubete menor, cujo valor médio correspondeu a 0,74 g. Com relação ao tubete maior, o valor médio de MST foi de 0,61g quando preenchido como substrato Lama de Viveiro de peixe (LVp) o que traduz reduzido crescimento da planta jovem de café arábica. Nos demais substratos, os valores médios de MSTvariaram entre 1,10 a 1,84 g, sendo que esse intervalo atende a condição de bom desenvolvimento da muda.

Figura 1- Valores médios de matéria seca total (MST) em mudas de café arábica produzidas em diferentes recipientes e substratos



Letras iguais não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% deprobabilidade.Letra minúscula compara substrato para cada recipiente; letra maiúscula compara recipiente para cada substrato.

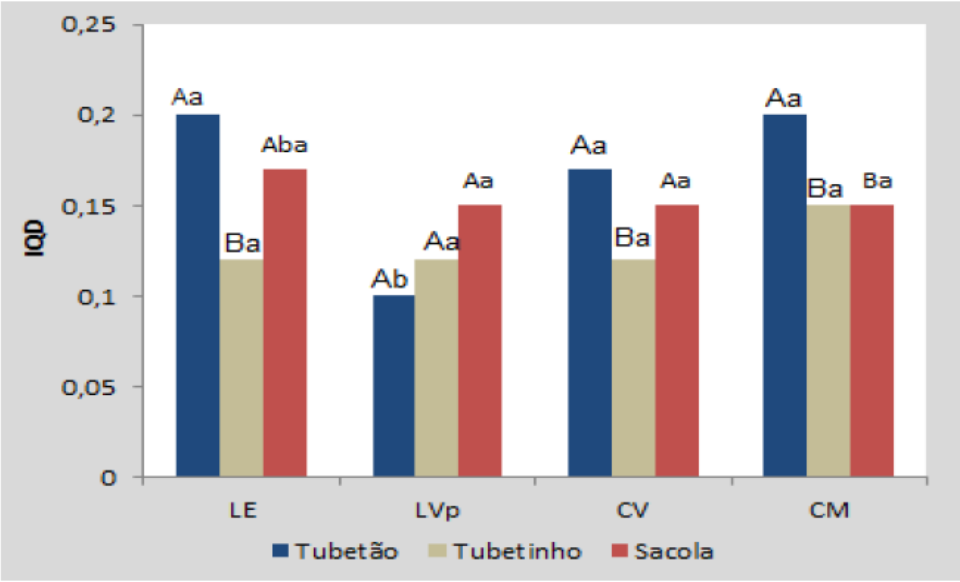
De acordo com Marana et al. (2008), mudas de café arábica devem apresentar valores de MST situados entre 1,0 e 1,8g ou superior, traduzindo-se em bom desenvolvimento. Dardengo et al. (2011) obtiveram o valor médio de MST de 1,99 g em mudas de café conilon propagadas vegetativamente, sendo essas formadas em sacolas preenchidas com substrato convencional.

Os resultados do Índice de Qualidade de Dickson (IQD) são apresentados na Figura 2. O IQD nada mais é do que uma medida integrada de parâmetro de crescimento, que associa a relação entre o altura da planta e o diâmetro do coleto, matéria seca da parte aérea, raízes e total, que auxilia na definição da qualidade da muda de café arábica. Nota-se que o tipo de recipiente influenciou na qualidade da muda, tendo sido obtidos os menores valores do índice de qualidade de Dickson (IQD) quando utilizou-se tubete de pequeno tamanho, o que denota a sua limitação na produção de mudas de cafeeiros arábica em viveiros comerciais.

Ressalta-se ainda que a qualidade das mudas do substrato lama de viveiro de piscicultura se comportou em posição inferior aos demais substratos no tubete de maior tamanho. Nesse recipiente, asmudas de café arábica com os substratos lodode esgoto (LE) ou substrato comercial (CM) apresentaram IQD igual a 0,20. Segundo Hunt (1990), esse é o valor mínimo para a obtenção de uma muda dequalidade. Com isso, as mudas formadas no tubete menor, independente do substratoutilizado em seu

enchimento, não são de qualidade, visto que apresentaram umvalor médio de IQD de 0,12.

Figura 2 - Índice de qualidade de Dickson (IQD) em mudas de café arábica produzidas em diferentes recipientes e substratos



Letras iguais não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Letra minúscula compara substrato para cada recipiente; letra maiúscula compara recipiente para cada substrato.

Silva et al. (2011) verificaram que a produção de mudas de café arábica formadas em sacolas utilizando-se substrato convencional apresentando 32% de esterco de bovino + 68% de terra peneirada ou 31,75% de cama de frango + 68,25% de terra peneirada acrescidos de adubos químicos apresentaram IQD de 0,62 e 0,69, respectivamente. Como exemplo de outro resultado experimental, Dardengo et al. (2011) concluíram que as mudas do “Conilon Vitória” apresentaram valor médio de IQD de 0,32. Taisresultados superam os valores médios de IQD obtidos nos diferentes recipientes esubstratos testados.

4. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos, e nas condições experimentais aqui descritas, pode-se concluir que:

O tubete pequeno não é indicado para a produção de mudas de café arábica, independentemente do tipo de substrato usado.

As mudas formadas em substrato de lama de viveiro de peixe apresentaram

os menores valores de matéria seca total e índice de qualidade de Dickson.

Mudas de café arábica formadas em sacola e no tubete maior, preenchidos com lodo de esgoto e substrato comercial apresentaram maior crescimento e qualidade.

REFERÊNCIAS

AMARAL, J. A. T. LOPES, J. C., AMARAL, J. F. T., SARAIVA, S. H., JUNIOR, W. C. de J. Crescimento vegetativo e produtividade de cafeeiros Conilon propagados porestacas em Tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1624-1629, 2007.

CONAB Companhia Nacional de Abastecimento. Perspectivas para a agropecuária / Companhia Nacional de Abastecimento– Brasília: v.1, p. 1-154, set. 2013. Disponível em: http://www.conab.gov.br Anual

COSTA, A.C.M. et al. Mudas em tubetes: novos componentes e misturas. Informativo da Cooperativa dos Cafeicultores da Região de Garça, Ano 5, n.51, p.14-15, 2000.

DARDENGO, M. C. J. D.; AZEVEDO, J. M. G.; PEREIRA, L. R.; SANT'ANA, B. T.; RAFAEL, A. M. Caracterização do crescimento e qualidade de mudas do Conilon Vitória. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras**, 37. Poços de Caldas-MG. MAPA/PROCAFÉ, 2011. p 202-204.

DICKSON, A. et al. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. Forest Chronicle, v.36, p.10-13, 1960.

HUNT, G.A. Effect of styroblock design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, GENERAL TECHNICHAL REPORT RM-200, 1990, Roseburg. **Proceedings**... Fort Collins: United States Departament of Agriculture, Forest Service, 1990. p.218-222.

MARANA, J. P.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, E. P.; KAINUMA, R. H. Índices de qualidade e crescimento demudas de café produzidas em tubetes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, 2008.

MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S. R.; AGUIAR, E. C.; JOSINO, V.; ARAÚJO, R. A. Novos sistemas de mudas e plantio de cafeeiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 34., 2008, Caxambu-MG. **Anais**... Brasília, MAPA/PROCAFÉ. 2008. p.11-12.

MELO B. **Estudos sobre produção de mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em tubetes**. 1999. 65 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras. Lavras, 1999.

SILVA, C. J. da; SILVA, C. A. da; SILVA, R. V. da; FREITAS, C. A.; CASTRO, Y. de O.; OLIVEIRA, R. T. de. Índice de qualidade de Dickson em mudas de cafeeiro, em função de porporções de material orgânico adicionado ao substrato. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras**, 37. Poços de Caldas-MG. MAPA/PROCAFÉ, 2011. p 107-108.

CAPÍTULO VIII

EFICIÊNCIA DE DIFERENTES ANTEPAROS PARA A COLHEITA DE CAFÉ ARÁBICA EM LAVOURA DE MONTANHA

Lhaís Karla Alves Constantino
Maurício Novaes Souza
Bruno Oliveira Soares
João Batista Pavesi Simão

1. INTRODUÇÃO

A cafeicultura tem papel fundamental na economia brasileira. Os estados onde se encontram 99,6% da produção nacional de *Coffea arabica* (café arábica) e *Coffea canephora*(café conilon) são: Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Bahia, Rondônia, Rio de Janeiro, Goiás, Mato Grosso e Amazonas (CONAB, 2018). No entanto, a produção da espécie arábica é superior à quantidade de café conilon produzido.

Do parque cafeeiro nacional, 30% das lavouras se encontram em regiões de montanha. Essas áreas estão espalhadas pelos estados de Minas Gerais, Zona da Mata, parte do estado do Espírito Santo, Rio de Janeiro, e em menores quantidades no Sul mineiro, Paraná e São Paulo (SOUZA et al. 2006). Devido à maior inclinação desses ambientes, os tratos culturais passam por algumas dificuldades operacionais devido à demanda maior mão de obra. Uma das principais complicações a ser resolvida na cafeicultura em ambiente montanhoso é a colheita. Esta representa uma parcela significante nos custos de produção, podendo ir de 25 a 35% dos custos diretos e demanda de grande volume de trabalhadores. Deve-se ter sempre em vista a melhor economia neste procedimento para um melhor desempenho dos investimentos empregados no cafezal (LACERDA et al., 2012; REIS et al., 2010).

A colheita pode ser realizada de diversas maneiras: manual, semi-mecanizada e mecanizada. Porém, esta última é utilizada em áreas que permitem o trânsito de máquinas colhedoras e em médias e grandes propriedades. A colheita manual pode ser seletiva, coletando apenas os frutos maduros ou derriçando todos os frutos no chão, pano ou peneira. Já o método semimecanizado faz uso de derriçadeiras portáteis ou tracionadas, mas sem o auxílio de recolhedores, e a mecanizada é realizada com

máquinas completas, automotrizes ou tracionadas por trator (REIS et al., 2010).

Tendo em vista que a operação de colheita ocorre em um pequeno espaço de tempo, tendo dificuldades como desuniformidade da maturação dos frutos, formato das plantas e falta de mão de obra em algumas áreas, maiores serão os benefícios para os produtores com uma rápida colheita. Tendo ciência de que este produto é avaliado com base qualitativa para ser vendido, é necessário que todos os fatores de produção estejam adequados. Para isso, fazem-se necessários cuidados especiais nas diversas operações que constituem a colheita (ZAMBOLIM, 2006).

Em fase de registro de patente, o material denominado Novo Veículo de Colheita Manual ou Semi-mecanizadafoi desenvolvido pelo engenheiro agrônomo Bruno Soares e Vinícius Alberice da Silva e Antônio Arthur Moreira, então seus alunos. Assemelha-se ao pano utilizado em colheita manual com um diferencial: possui grampos de fixação que evitam o desmonte do anteparo nas operações de colheita - tanto no plano, como em regiões declivosas, além de possuir uma bainha exclusiva de contenção para o grão derriçado. Pode ser usado tanto na colheita manual como na colheita semi-mecanizada, promove a limpeza mais rápida dos detritos oriundos da colheita e reduz as perdas de grãos derriçados.

Este trabalho, teve como objetivo avaliar a eficiência de diferentes anteparos e processos de colheita: Novo Veículo em Colheita Manual e Semi-mecanizada, Pano convencional para colheita manual e semi-mecanizada e Peneira.

2. METODOLOGIA

Este trabalho foi conduzido na fazenda Papagaio, no município de Canaã, Minas Gerais, nas coordenadas geográficas de latitude 20º 39’ 26,59” S, longitude 42º 37’ 28,60” W e em altitude de 797m, no ano de 2017.

A avaliação da eficiência da colheita do café foi realizada quando a maior parte da lavoura de café arábica estava madura, estágio esse adequado para a obtenção de cafés com boa qualidade de bebida e com isso agregar valor ao produto.

Na Figura 1 é apresentada a ilustração do Novo Veículo para Colheita Manual ou Semi-mecanizada instalado.

Figura 1 Novo Veículo para Colheita Manual ou Semi-mecanizada, instalado de forma demonstrativa.

Fonte: elaborado pelos autores.

As numerações de 1 a 8 na imagem representam onde localizam-se os grampos fixadores, responsáveis por manter o anteparo preso ao chão.

O pano e o NMA tem 6 metros de comprimento e 3m de largura, considerando uma coleta útil de 5 plantas. A derriça mecânica foi feita usando uma derriçadeira portátil, enquanto a manual foi realizado de modo costumeiro na região. Os frutos coletados não foram processados ou classificados quanto a qualquer natureza. Durante a coleta de dados no campo, cada linha de cinco plantas de café foi coletada integralmente pelo trabalhador responsável, tanto as feitas com o auxílio de derriçadeira, quanto as linhas colhidas manualmente. Todos os grãos foram colhidos de ambos os lados da planta do cafeeiro.

Os experimentos foram realizados com quatro declives:

- Declividade 1 (0 a 15%);
- Declividade 2 (16 a 25%);
- Declividade 3 (26 a 35%); e
- Declividade 4 (acima de 35%).

O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados com cinco tratamentos (anteparos) e quatro repetições (declividades).

Os anteparos foram assim denominados: Novo Veículo em Colheita Manual (NMA), Novo Veículo em Colheita Semi-mecanizada (NME), Pano em Colheita Manual (PMA), Pano em Colheita Semi-mecanizada (PME) e Peneira (P) (Figuras 2, 3, 4, 5 e 6).

Figura 2 Anteparos avaliados na lavoura de café arábica no município de Canaã, M.G.: A. Novo Veículo em Colheita Manual (NMA); B. Novo Veículo em Colheita Semi-mecanizada (NME)

Fonte: elaborado pelos autores.

Figura 3 Anteparos avaliados na lavoura de café arábica no município de Canaã, M.G.: C. Pano em Colheita Manual (PMA); D. Pano em Colheita Semi-mecanizada (PME)

Fonte: elaborado pelos autores.

Figura 4 Anteparos avaliados na lavoura de café arábica no município de Canaã, M.G.: E. Peneira (P)

Fonte: elaborado pelos autores.

Para avaliar a eficiência da colheita de cada anteparo, em cada declive, foram mensurados os seguintes parâmetros: tempo de colheita do café (segundos/kg), tempo para ensacar o café (segundos/kg), peso total do café ensacado (%) e peso total de café da fundagem ensacado (fora do anteparo) (%) (FERREIRA,2007).

Para análises estatísticas foram realizadas análises conjuntas de experimentos. As médias de cada tratamento foram comparadas pelo teste de Tukey, os modelos de regressão testados utilizando os testes F e t. Seguidas de análise de componentes principais para agrupar os tratamentos, mediante exames visuais em dispersões gráficas, considerou-se adequada para sua realização uma variabilidade acumulada de 70%. Os modelos de regressão foram construídos a partir do valor médio da declividade representada em cada categoria, sendo declividade 1 (7,5%), declividade 2 (20%), declividade 3 (30%) e declividade 4 (40%). Para as análises estatísticas foi utilizado o programa Genes.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra os autovalores e porcentagens simples e as porcentagens acumuladas da variância total dos componentes principais no experimento na declividade 1.

No terreno com declive que vai de 0 a 15%, verificou-se que os tratamentos NMA, NME, PMA e PME formaram o primeiro grupo e o P forma o segundo grupo, cada um se agrupou numa similaridade 94,35% dos dados da variação existente nas características originais.

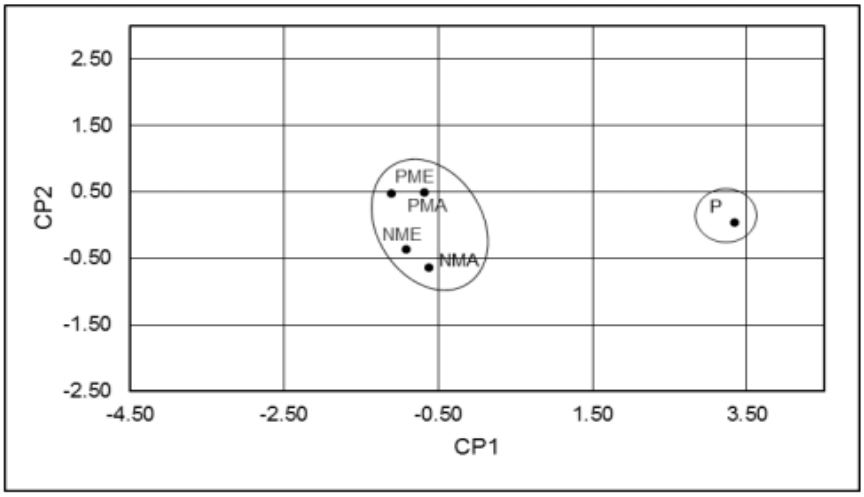
Tabela 1 Componentes principais e seus respectivos autovalores, e porcentagens simples e acumuladas da variância total no experimento

Componente Principal	Autovalores	Percentagem simples	Percentagem acumulada
CP1	3.516	87.92	87.92
CP2	0.257	6.43	94.35

Fonte: dados da pesquisa.

Na Figura 5, pode-se observar na dispersão dos tratamentos, com base nas respectivas coordenadas relativas aos dois primeiros componentes principais, CP1 e CP2, que os tratamentos NMA, NME, PMA e PME formam o primeiro grupo e o tratamentoP o segundo grupo. Os dois componentes absorveram 94,35% da variação existente nas características originais.

Figura 5 Diagrama de dispersão em relação aos dois primeiros componentes principais dos tratamentos: NMA, NME, PMA, PME e P, do experimento na declividade 1



Fonte: elaborado pelos autores.

A Tabela 2 mostra os autovalores e porcentagens simples e as porcentagens acumuladas da variância total dos componentes principais no experimento na declividade 2

Tabela 2 – Componentes principais e seus respectivos autovalores, e porcentagens simples e acumuladas da variância total no experimento.

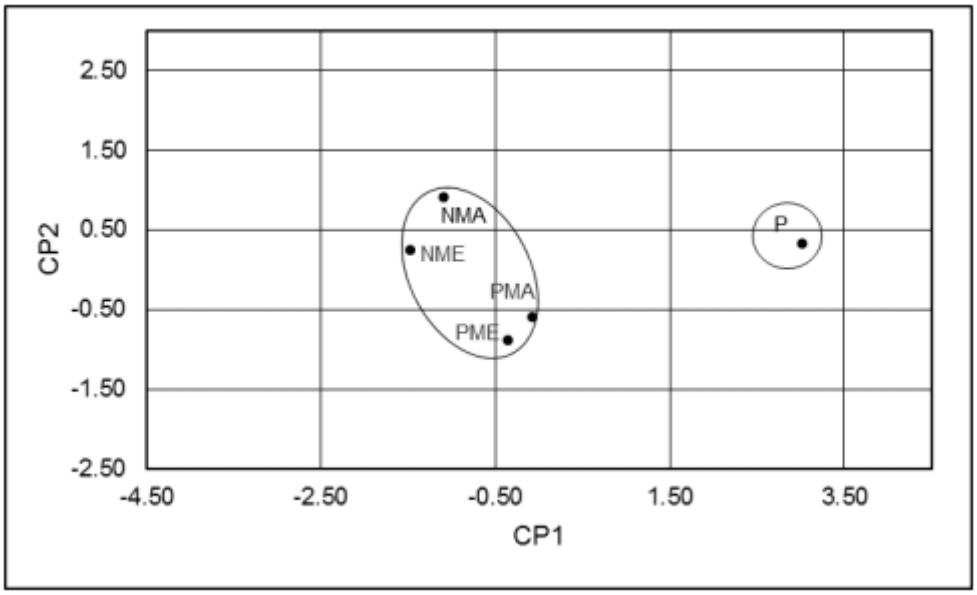
Componente Principal	Autovalores	Percentagem simples	Percentagem acumulada
CP1	3.148	78.72	78.72
CP2	0.529	13,25	91.97

Fonte: Dados da pesquisa.

Na área com declividade de 16 a 25%, percebe-se o mesmo comportamento, em que os tratamentos NMA, NME, PMA e PME formam o primeiro grupo e o P forma o segundo grupo, e que os dois componentes absorveram 91,97% da variação existente nas características originais, não diferindo do que verificou-se na declividade de 0 a 15%.

Na Figura 6, pode-se observar na dispersão dos tratamentos, com base nas respectivas coordenadas relativas aos dois primeiros componentes principais, CP1 e CP2, que os tratamentos NMA, NME, PMA e PME formam o primeiro grupo e o tratamento P forma o segundo grupo, e que os dois componentes absorveram 91.97% da variação existente nas características originais.

Figura 6 - Diagrama de dispersão em relação aos dois primeiros componentes principais dos tratamentos: NMA, NME, PMA, PME e P, do experimento na declividade 2.



Fonte: elaborado pelos autores.

A Tabela 3 mostra os autovalores e porcentagens simples e as porcentagens acumuladas da variância total dos componentes principais no experimento na declividade 3.

Tabela 3- Componentes principais e seus respectivos autovalores, e porcentagens simples e acumuladas da variância total no experimento

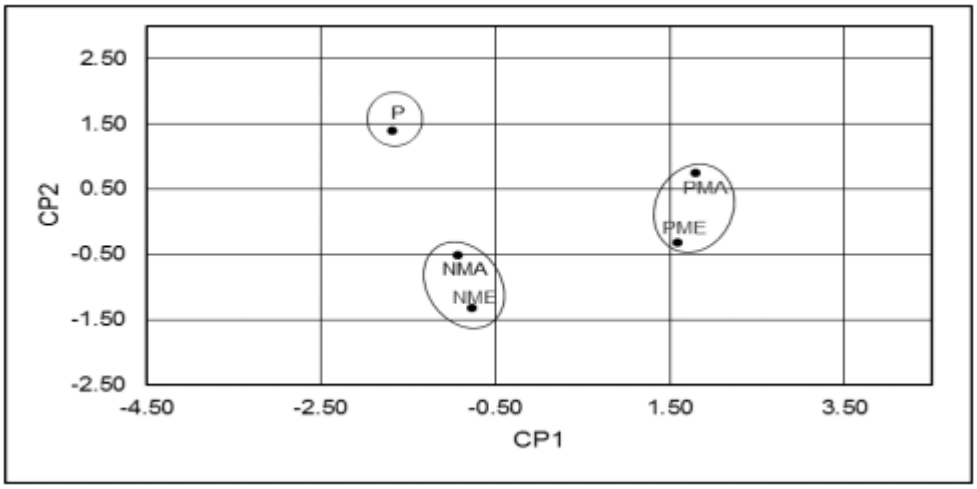
Componente Principal	Autovalores	Percentagem simples	Percentagem acumulada
CP1	2.508	62.71	62.71
CP2	1.148	28.71	91.42

Fonte: Dados da pesquisa.

No ambiente com declive que vai de 26 a 35%, verifica-se que o tratamentos P formou o primeiro grupo, os tratamentos NMA e NME formaram o segundo grupo e os tratamentos PMA e PME formaram o terceiro grupo. Os três componentes absorveram 91.42% da variação existente nas características originais.

Na Figura 7, pode-se observar na dispersão dos tratamentos com base nas respectivas coordenadas relativas aos dois primeiros componentes principais, CP1 e CP2, que os tratamentos NMA e NME formam o primeiro grupo, os tratamentos PMA e PME formam o segundo grupo e P forma o terceiro grupo Os dois componentes absorveram 91,42% da variação existentes nas características originais.

Figura 7 - Diagrama de dispersão em relação aos dois primeiros componentes principais dos tratamentos: NMA, NME, PMA, PME e P, do experimento na declividade 3



Fonte: elaborado pelos autores.

A Tabela 4 mostra os autovalores e porcentagens simples e as porcentagens acumuladas da variância total dos componentes principais no experimento na declividade 4.

Tabela 4 – Componentes principais e seus respectivos autovalores, e porcentagens simples e acumuladas da variância total no experimento

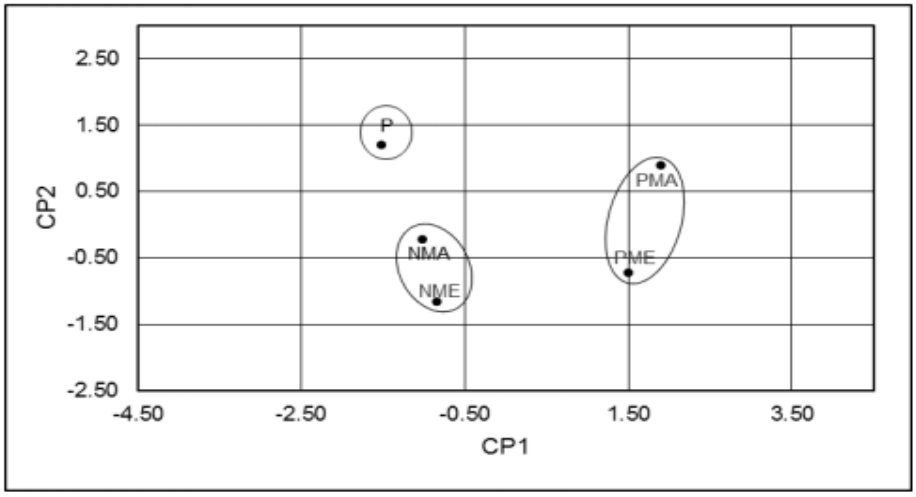
Componente Principal	Autovalores	Percentagem simples	Percentagem acumulada
CP1	2.485569	62.14	62.14
CP2	1.042260	26.06	88.20

Fonte: Dados da pesquisa.

Na área com declividade acima de 35%, nota-se que o tratamento P forma o primeiro grupo, os tratamentos NMA e NME se agrupam no segundo grupo e o PMA e PNE formam o terceiro grupo, onde os três componentes absorveram 88,20% da variação existente nas características originais. Do mesmo modo que no ambiente 3, permaneceram as mesmas formações na declividade 4.

Na Figura 8, pode-se observar na dispersão dos tratamentos, com base nas respectivas coordenadas relativas aos dois primeiros componentes principais, CP1 e CP2, que os tratamentos NMA e NME formam o primeiro grupo, os tratamentos PMA e PME formam o segundo grupo e o P forma o terceiro grupo, e que os dois componentes absorveram 88,20% da variação existente nas características originais.

Figura 8 - Diagrama de dispersão em relação aos dois primeiros componentes principais dos tratamentos: NMA, NME, PMA, PME e P, do experimento na declividade 4



Fonte: elaborado pelos autores.

Em condições de terreno plano, o NMA, o NME, o pano emcolheita manual e o pano em colheita semi-mecanizada se juntam em um único grupo. Porém, em contrapartida, em áreas com inclinação maior, o grupo se separa em três grupos: a) NMA e NME, b) pano em colheita manual e pano em colheita semi-mecanizada, e c) peneira. Pode-se dizer que em ambiente plano, NMA e NME se assemelham ao pano, seja em colheita manual ou semi-mecanizada.

Por outro lado, em ambientes com maior declive, o grupo se divide, formando um contendo NMA e NME, outro com pano em colheita manual e semi-mecanizada, e um último com a peneira.

Pode-se dizer que o NVC atua com dupla funcionalidade, servindo como pano nas áreas planas e como a peneira em áreas montanhosas. Diminui a quantidade de café que cai ao chão, conhecido por fundagem.

Para analisar a diferença entre os anteparos avaliados na colheita do café arábica e a eficiência de cada um em relação ao plano e montanhoso, foi medido o tempo de colheita de café (Tabela 5).

Tabela 5 – Médias do tempo de colheita de café, em segundos/kg, avaliadas nos cinco anteparos e em quatro declividades

Tratamento	Declividade (%)								Média	
	7,5		20		30		40			
NMA	37.04	b	41.72	b	47.83	b	39.63	b	41.56	c
NME	15.20	c	12.80	c	15.60	c	14.63	c	14.56	d
Pano Manual	46.27	b	44.14	b	63.33	b	68.00	a	55.43	b
Pano Mecanizado	18.89	c	13.46	c	16.12	c	14.54	c	15.75	d
Peneira	80.08	a	74.65	a	87.31	a	69.81	a	77.96	a
Média	39.50		37.35		46.04		41.32			

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na declividade 1, o tempo de colheita do café usando NME, apesar de ter sido mais rápido que a colheita realizada com o pano em colheita semi-mecanizada, esteve muito próximo, a ponto de não haver diferença estatística pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade - diferente da peneira, que foi o anteparo que necessitou de mais tempo

para realizar a tarefa, o mesmo cenário se repetiu para as declividades 2 e 3. Na área com declividade de 4 o NME e o pano em colheita semi-mecanizada seguiram com os melhores resultados, porém o pano em colheita manual se igualou a peneira com o tempo mais logo para a coleta do café (Tabela 5).

Os anteparos NMA e pano em colheita manual apresentaram resultados próximos, não apresentando diferença estatística segundo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Este foi o resultado paras as três primeiras declividades, sendo que o uso da metodologia do NMAsempre apresentou menores tempos de colheita, apenas na declividade 4 que houve mudanças, quando, com o uso pano em colheita manual os tempos de colheita foram iguais à peneira.

Para analisar a diferença entre os anteparos avaliados na colheita do café arábica e a eficiência de cada um em relação ao declive mais plano e mais montanhoso, foi observado e comparado segundo declividade e tempo necessário para ensacar o café (Tabela 6).

Tabela 6 – Médias do tempo gasto para ensacar café, em segundos/kg,avaliadas em cinco anteparos e em quatro declividades

Tratamento	Declividade								Média	
	7,5		20		30		40			
NVC Manual	9.93	C	11.23	a	12.26	b	10.98	b	11.10	c
NVC Semi-mecanizada	11.58	bc	11.04	a	11.43	b	12.09	b	11.54	bc
Pano Manual	15.03	ab	14.19	a	16.89	a	17.16	a	15.82	a
Pano Mecanizado	15.66	A	11.79	a	13.06	ab	12.10	b	13.15	b
Peneira	3.46	D	3.05	b	3.48	c	4.66	c	3.66	d
Média	11.13		10.26		11.43		11.40			

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para os tratamentos em todas as declividade e anteparos avaliados. Na declividade 1, o anteparo com melhor desempenho quanto ao tempo de ensaque do café colhido foi a peneira, e esta se manteve assim em todos os declives - desde o plano até o ambiente mais

montanhoso, declividade 4. O anteparo que, depois da peneira, propiciou maior rapidez no momento do ensaque, foi o NMA. O mais lento dos cinco tratamentos foi o pano em colheita semi-mecanizada.

Na declividade 2, o único aparato que se diferenciou estatisticamente dos demais foi a peneira, com os melhores resultados; os demais anteparos não apresentaram diferença estatística.

Tabela 7 – Médias da porcentagem do peso total do café ensacado,avaliadas em cinco anteparos e em quatro declividades

Tratamento	Declividade								Média	
	7,5		20		30		40			
NVC Manual	99.49	a	99.20	a	99.06	a	99.35	a	99.28	a
NVC Semi-mecanizada	99.06	a	98.98	a	98.72	a	98.93	a	98.92	a
Pano Manual	99.06	a	97.04	a	72.58	b	51.30	b	80.00	c
Pano Mecanizado	98.82	a	97.02	a	74.07	b	49.21	b	79.78	c
Peneira	95.35	a	94.89	a	94.34	a	94.28	a	94.71	b
Média	98.35		97.43		87.75		78.61			

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nas declividades 1 e 2 não foi observada diferença para nenhum dos tratamentos, apresentando todos os anteparos resultados muito semelhantes. No entanto, nas áreas com faixa 30% e 40%, foi observada diferença significativa. Na declividade 3, os melhores resultados foram obtidos, respectivamente, com NMA, NMEe peneira, não havendo diferença estatística entre os três anteparos citados. Os anteparos que foram responsáveis por menor porcentual de café ensacado nesta declividade foram: pano em colheita manual e semi-mecanizada, respectivamente. Na declividade 4, os melhores resultados se mantiveram os mesmos, alterando apenas a ordem dos anteparos com o pior desempenho: o pano em colheita semi-mecanizada, seguido do pano em colheita manual, respectivamente. Em média, o NMAe NME apresentaram os maiores percentuais de café ensacado, seguido pela peneira, pano em colheita manual e semi-mecanizada.

Em todas as declividades, a peneira, o NMAe NME são estatisticamente iguais, porém

na análise de valores, nota-se que os anteparos NMAe NME passam sutilmente à frente da peneira: esta diferença torna-se maior com o aumento da declividade - quanto mais montanhoso, maior a diferença observada. Observação que também se aplica à eficiência do pano em mcolheita manual e semi-mecanizada; porém, em uma ordem inversa, onde quanto mais montanhoso pior fica seu desempenho, havendo grande diferença estatística.

Para analisar a diferença entre os anteparos avaliados na colheita do café arábica e a eficiência de cada um em relação ao relevo mais plano e mais montanhoso, foi contabilizado o peso do café de fundagem (Tabela 8).

Tabela 8 – Médias do peso total do café de fundagem, avaliadas em cinco anteparos e em quatro declividades

Tratamento	Declividade								Média	
	7,5		20		30		40			
NVC Manual	0.51	a	0.80	a	0.94	b	0.65	b	0.72	c
NVC Semi-mecanizada	0.94	a	1.02	a	1.28	b	1.07	b	1.08	c
Pano Manual	0.94	a	2.96	a	27.42	a	48.70	a	20.00	a
Pano Mecanizado	1.18	a	2.98	a	25.93	a	50.79	a	20.22	a
Peneira	4.65	a	5.11	a	5.66	b	5.72	b	5.29	b
Média	1.65		2.57		12.25		21.39			

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Tabela 8, observa-se que nas duas primeiras declividades não houve diferença estatística entre os tratamentos. Pode-se notar diferença estatística nas declividades 3 e 4, onde os menores valores representam maior eficiência do anteparo. Na declividade 3 nota-se que apesar do NMAser estatisticamente igual à peneira, este deixou uma menor porcentagem de fundagem na lavoura, enquanto o pano em colheita manual neste declive deixou a maior porcentagem de café no chão. Na declividade 4 o NMAse manteve com melhor desempenho quanto a porcentagem de fundagem, que ficou retido no anteparo, apresentando o pano em colheita semi-mecanizada o pior resultado, chegando a deixar 50% do café colhido no chão.

4. CONCLUSÕES

A peneira apresentou maior tempo de colheita em todas as declividades avaliadas; porém, quanto ao tempo de ensaque do café (s/kg), apresenta o menor tempo para realizar a tarefa.

Os valores de peso ensacado não apresentaram diferença quando avaliados em declividades planas, estando os cinco anteparos apresentando resultado semelhantes; no entanto, em ambientes declivosos, de 16 a 25% e acima de 35%, o NMA, o NME e a peneiras foram os anteparos que apresentaram melhores resultados.

A porcentagem de café de fundagem foi diretamente proporcional à quantidade de café ensacado, permitindo que mais café seja perdido nos anteparos Pano em colheita manual e semi-mecanizada nas áreas mais montanhosas.

O equipamento submetido a registro de patente é eficiente, com melhores desempenhosquanto mais declivoso for o terreno.

REFERÊNCIAS

ALVES, E. A.; COSTA, J. N. M.; SANTOS, J. C. F. Procedimentos de colheita do café. In: MARCOLAN, A. L.; ESPÍNDULA, M. C. **Café na Amazônia**, p.345 – 358, 2015. Disponível em: (https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1040763/1/CafenaAmazoniaENRIQUE.pdf. Acesso: 23 out. 2018.

CAFEICULTURA. **Broca do café (*Hypothemus hampei*).** Rio Paranaíba, MG. 2005. Disponível em: http://revistacafeicultura.com.br/?mat=3552. Acesso em: 04.dez. 2018.

Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB): **Acompanhamento da safra brasileira de café:** Quarto levantamento. V. 4 - SAFRA 2017 - N.4. Dez. 2017. Disponível em: file:///C:/Users/Lhaís%20Constantino/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/BoletimZCafeZdezembroZ2017ZSafraZ2017%20(1).pdf. Aceso em: 22. set. 2018.

Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB): **Acompanhamento da safra brasileira de café:** Terceiro levantamento. V. 5 - SAFRA 2018 - N.3. Set. 2018. Disponível em: file:///C:/Users/Lhaís%20Constantino/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/BoletimZCafeZsetembroZ2018%20(1).pdf. Acesso em: 28. out. 2018

Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB): **Levantamento de café da Conab mostra produção recorde:** 58 milhões de sacas. Disponível em: https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/2373-levantamento-de-cafe-da-conab-mostra-producao-recorde-58-milhoes-de-sacas. Acesso: 30 out. 2018.

CUNHA, J. P. B; SILA, F. M.; DIAS, R. E. B. A.; LISBOA, C. F.; MACHADO, T. A.

Viabilidade técnica e econômica de diferentes sistemas de colheita do café. **Coffee Science**, v. 11, n. 3, p. 416-425, 2016. Acesso em 18. Set. 2018

FERREIRA, D. F. **Uso de recursos computacionais**. Lavras, MG.2007.169p.

LACERDA, G. R.; SANTINATO, R.; MATIELLO, J. B. **Rendimento operacional em diferentes sistemas de colheita, de operação manual, em lavoura cafeeira de montanha.** 2012. Disponível em: http://www.sbicafe.ufv.br/bitstream/handle/123456789/4928/327_38-cbpc-2012.pdf?sequence=1. Acesso em: 29 jan. 2018.

NEVES, T. V. P. **Caracterização da cafeicultura e estratégias para qualidade da bebida relacionada ao manejo de cultivo e pós-colheita no município de Ibicoara-Ba. Vitória da Conquista - BA**: UESB, 2010. 145 f. (Dissertação – Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia) Disponível em: http://www.uesb.br/ppgagronomia/_old_/banco-de-dissertacoes/2010/tatiana-portela.pdf. Aceso: 24 out. 2018.

MATIELLO, J. B. **Manejo alternativo das lavouras na cafeicultura de montanha**. Disponível em: http://www.fundacaoprocafe.com.br/sites/default/files/Alternativas%20de%20Manejo%20para%20a%20Cafeicultura%20de%20Montanha.pdf. Acesso: 20 out. 2018.

MELATTI, J. **Ergonomia.** Serra Gaúcha: FSG, 2014. Disponível em: https://www.infoescola.com/saude/ergonomia/. Acesso: 03 dez. 2018.

REIS, P.R. et al. **Café arábica do plantio à colheita**.1 v. 896 pág. 1 ed. Lavras: U.R. EPAMIG SM, 2010.

ROMERO, J. C. P. **Café de montanha perfaz cerca de 40% da produção brasileira**. Disponível em: http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va12-ambiente-e-producao03.pdf. Acesso em: 01 nov. 2018.

SILVA, F. M; SALVADOR, N; RODRIGUES, R. F; TOURINO, E. S. Avaliação da colheita do café totalmente semi-mecanizada. Disponível em:http://www.sbicafe.ufv.br/handle/123456789/1212. Acesso: 23 set. 2018.

TRINDADE, C. **Problemas gerados na produção e manuseio do café.** 2012. UNIFEI. Disponível em: https://pt.slideshare.net/carlosgabriel91/problemas-gerados-na-produo-e-manuseio-do-caf. Acesso: 03 dez. 2018.

VAL JUNIOR, N.A. **Metodologia para determinação de perdas na colheita semi-mecanizada do café**. 2015. 19f. monografia – Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo – MG, 2015.

ZAMBOLIM, L. **Boas práticas agrícolas na produção de café**. Viçosa: UFV, DFP, 2006.

CAPÍTULO IX

EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE CAFÉ ARÁBICA À PARTIR DE SEMENTES COLHIDAS EM DIFERENTES PARTES DA PLANTA E ARMAZENADAS EM AMBIENTE NATURAL E REFRIGERADO

Julio Cesar GradiceSaluci
Amós Mendes da silva
João Batista Esteves Peluzio
José Francisco Lopes
Jeferson Luiz Ferrari

1. INTRODUÇÃO

A cafeicultura exerce grande influência sobre a economia dos países produtores de café, com elevada oferta de empregos e geração de renda em toda a cadeia produtiva. A área total cultivada no Brasil totaliza 2,16 milhões de hectares e destes, 14,8% estão em formação (CONAB, 2019).

Durante o ciclo da cultura, o momento do plantio é, sem dúvidas, um dos mais importantes, sendo indispensável a utilização de mudas de qualidade, produzidas em grande escala. O café conilon demanda, aproximadamente, 5% de renovação de lavouras anualmente e o arábica, aproximadamente, 7%. No Espírito Santo, estima-se que a necessidade anual para a renovação de lavouras atinja montantes em torno de 38 a 40 milhões de mudas todos os anos.

No processo de produção de mudas seminais de café, torna-se importante o uso de sementes de alta qualidade para obter lotes de mudas uniformes e sadias o que, dentre outros fatores, irá proporcionar um bom desempenho da cultura.

Um dos principais problemas encontrados em sementes de café, é seu pequeno período de viabilidade germinativa, impossibilitando seu armazenamento por longos intervalos de tempo após a colheita. Encontram-se, na literatura, várias informações a respeito da viabilidade germinativa em café, correlacionando com fatores intrínsecos e extrínsecos da semente. Braz e Roseto (2008), relatam que, para preservar a viabilidade de sementes, aspectos como a secagem e o armazenamento são possivelmente os mais importantes para a obtenção de mudas de qualidade.

Outro fator comumente citado é a umidade inicial da semente. Entretanto, há

controvérsias quanto ao teor de água ideal para o armazenamento; quando muito baixo, pode comprometer o restabelecimento da semente e quando elevado, requer cuidados com o surgimento de fungos que acabam danificando-as.

São abundantes os trabalhos científicos investigando a armazenabilidade das sementes de café. Em sua maioria, estudando tempo de viabilidade em função da umidade, da embalagem e de ambientes de armazenamento.

Em sementes de cafeeiro, sabe-se que sua viabilidade não ultrapassa seis meses, com taxas satisfatórias de germinação, sendo necessários estudos a fim de desenvolver um método de armazenamento adequado e acessível a produtores de semente e viveristas.

Alguns fatores, como a formação e maturação dos frutos, podem estar correlacionados com a viabilidade das sementes durante o armazenamento. Nestas fases, as fontes de carboidratos e minerais são direcionadas aos frutos em função de fotoassimilados produzidos pelas folhas e seiva bruta advinda da absorção radicular (CANNEL; HUXLEY, 1969).

Segundo Caixeta (2013), os frutos de café amadurecem mais rapidamente em locais da planta que recebem mais irradiância e que têm maior temperatura. Com isso, os frutos localizados nessas partes podem não atingir o ápice de sua qualidade fisiológica. Pode-se esperar que sementes de diferentes posições na planta apresentem diferenças na emergência. Contudo, há poucas pesquisas correlacionando formação e localização do fruto na planta em função do tempo de armazenamento.

Esse estudo objetivou avaliar a emergência de plântulas de café arábica, a partir de sementes colhidas em dois locais diferentes da planta, armazenadas em ambiente natural e refrigerado e submetidas a diferentes tempos de armazenamento.

2. METODOLOGIA

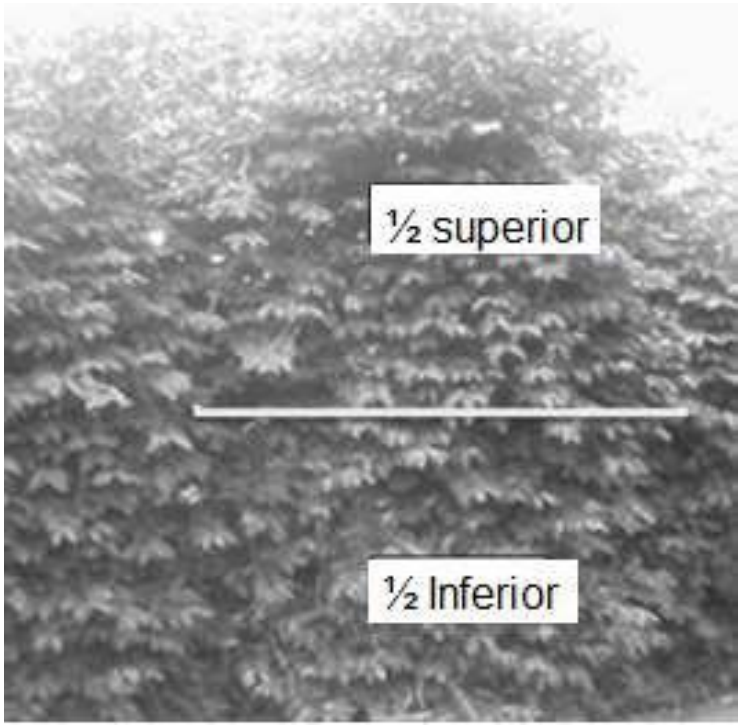
O ensaio experimental foi desenvolvido no período de junho de 2014 a abril de 2015, no Instituto Federal do Espirito Santo (Ifes) - Campus de Alegre, localizado no município de Alegre, na latitude de 20º45’44” Sul, longitude de 41º27’43” Oeste e altitude de 134 m. Utilizou-se casa de vegetação com cobertura plástica e laterais protegidas com tela antiafídica.

Foram utilizadas sementes da espécie *Coffeaarabica*, cultivar Catuai IAC – 44, colhidas em lavoura de produção comercial, com 9 anos, situada a 650m de altitude, localizada no

município de Mimoso do Sul - ES.

Os frutos foram colhidos manualmente, no estádio cereja, em dois locais diferentes na planta, sendo o meio inferior e o meio superior (Figura 1). Após serem colhidos, os frutos foram lavados em água e separados por densidade, descartando-se os “boias”. Em seguida foram descascados manualmente e o a mucilagem retirada em água corrente.

Figura 1 – Local de colheita dos frutos de café arábica na planta



Fonte: Os autores.

As sementes foram postas para secar à sombra em terreiro suspenso coberto com filme plástico transparente e, depois de secas, ainda com o pergaminho, foram classificadas quanto ao tamanho e forma com peneiras de classificação, retirando-se os grãos mocas e utilizando apenas sementes retidas na peneira 11 para grãos chatos. No início do armazenamento as sementes retiradas do meio inferior das plantas apresentavam 12,8% de umidade e as do meio superior, 12,4% de umidade.

Após serem preparadas, as sementes foram colocadas em sacos de papel Kraft, com dimensão de 21cmx10cm, e então armazenadas em dois ambientes: bancada de laboratório em temperatura ambiente e em geladeira, com temperatura constate de aproximadamente 18 ± 1,5 ºC.

O primeiro semeio foi realizado após as sementes serem preparadas, considerando-se aí o

tempo zero. Os demais semeios foram realizados a cada trinta dias. Foram realizados sete semeios com um total de seis meses de armazenamento. Em cada semeio foram utilizadas 100 sementes para cada tratamento, distribuídas em quatro blocos, cada um com 25 sementes.

Como substrato para a germinação, utilizou-se areia de rio coada e solarizada em sacolas plásticas por um período de 30 dias, sendo reviradas diariamente. As sementes foram semeadas em bandejas metálicas com as dimensões de 100 cm x 100cm x 10 cm (largura, comprimento e altura, respectivamente), mantida sobre bancada dentro de casa de vegetação. Antes de cada semeio as sementes tiveram seus pergaminhos removidos em processo manual e, em seguida, foram dispostas no substrato a uma profundidade de 1 cm. Foram realizadas irrigações diárias para manter a umidade necessária para a germinação e emergência das plântulas, evitando-se encharcamentos.

Por ocasião de cada semeio, foi determinado o teor de umidade das sementes pelo método de determinação da matéria seca em estufa, a 105 ± 3ºC, por 24 horas (BRASIL, 2009), utilizando-se amostra com 50 sementes. Após cada semeadura, foi realizado o monitoramento, iniciando a contagem após a primeira plântula emergir, sendo realizadas avaliações diárias, contabilizando o número de plântulas emergidas, durante 60 dias.

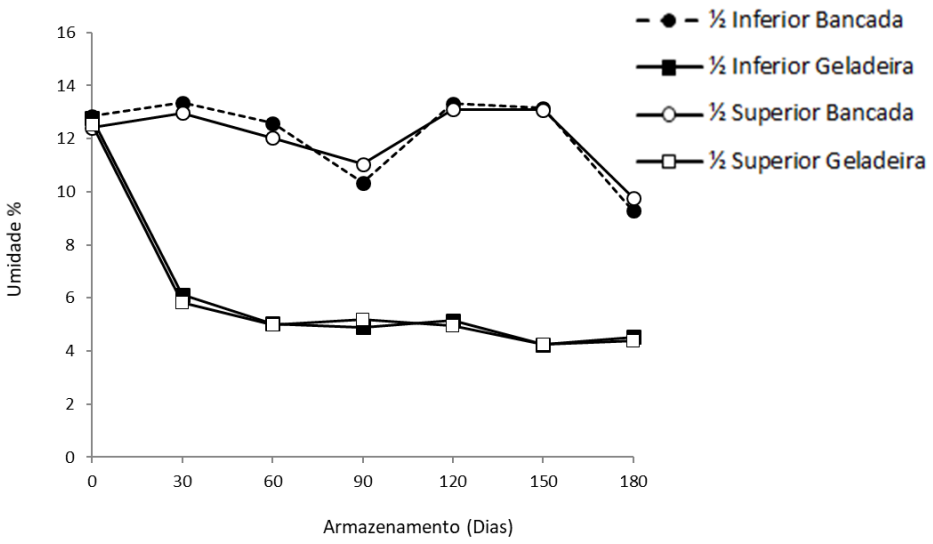
Os resultados coletados foram expressos na forma de índice de velocidade de emergência (IVE) calculado pela fórmula proposta por Maguire (1962). Mediu-se, ainda, o tempo médio de emergência (TME), por meio da fórmula proposta por Edmond e Drapala (1958), o coeficiente de velocidade de emergência (CVE), calculado pela fórmula desenvolvida por Kotowski (1926) e a porcentagem de plântulas emergidas em cada tratamento (E %).

Os dados foram submetidos a análise de variância segundo o modelo de parcela subsubdivididae as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se redução do teor de água nas sementes ao longo do tempo de armazenamento, independentemente do local de colheita e do ambiente de armazenamento, ocorrendo oscilações no período avaliado (Figura 2).

Figura 2 - Teor de água nas sementes de café arábica colhidas no meio inferior e no meio superior das plantas armazenadas em bancada de laboratório e em geladeira



Fonte: Os autores.

No ambiente refrigerado, a redução da umidade ocorreu rapidamente nos primeiros 30 dias, depois manteve-se em torno de 5 a 6%. Em ambiente natural, a redução foi menor ao longo do tempo, ocorrendo maiores oscilações nos tempos amostrados.

Não foi observada diferença no comportamento dos valores do teor de água das sementes em relação ao local de colheita. Notou-se maior diferença em relação ao ambiente de armazenamento em cada período avaliado.

O posicionamento dos frutos na planta (meio inferior e meio superior) não influenciou significativamente nos índices avaliados, IVE, TME, CVE e na emergência em porcentagem (tabela1).Esse resultado está de acordo com Caixeta (2013), que concluiu em sua pesquisa não haver relação causa e efeito em situação de desuniformidade de emergência de sementes de café arábica, quando colhidas em diferentes partes da planta de café.

Tabela 1 – Resumo da análise de variância para IVE - índice de velocidade de emergência; CVE - coeficiente de velocidade de emergência; TME - tempo médio de emergência e; porcentagem de emergência.

FV	Quadrado médio			
	IVE	CVE	TME	Emergência %
Blocos	0,0004^{ns}	0,0629^{ns}	80,923^{ns}	22,612^{ns}
Posicionamento dos frutos (a)	0,0002^{ns}	0,0838^{ns}	44,869^{ns}	3,445^{ns}
Resíduo (a)	0,0008	0,0399	33,607	30,820
Ambiente (b)	1,4543**	42,7839**	3161,190**	38468,445**
Posicionamento x Ambiente	0,0008^{ns}	0,0228^{ns}	16,132^{ns}	86,132^{ns}
Resíduo (b)	0,0004	0,0389	58,243	36,706
Armazenamento (c)	0,3382**	3,5975**	7334,900**	14406,392**
Posicionamento x Armazenamento	0,0060**	0,0618^{ns}	47,381^{ns}	204,303**
Ambiente x Armazenamento	0,0955**	2,1635**	4451,023**	3325,731**
Pos. x Amb. X Arm.	0,0060**	0,0771^{ns}	93,303^{ns}	194,990**
Resíduo (c)	0,0014	0,0755	67,517	46,854
Cv % (Posicionamento)	14,95	14,60	14,55	15,93
Cv % (Ambiente)	11,18	14,42	19,15	17,38
Cv % (Armazenamento)	19,85	20,09	20,62	19,64

**Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.
*Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.
^{ns} Não significativo.
Fonte: Os autores

Quanto ao ambiente de armazenamento, notou-se efeito significativo para todas as variáveis, enquanto que, para a interação posicionamento dos frutos na planta e o ambiente de armazenamento, os resultados não foram significativos (Tabela1).

Ainda na tabela 1, em relação ao armazenamento ao longo do tempo, todas as variáveis apresentaram efeito significativo, indicando diferença estatística entre elas.

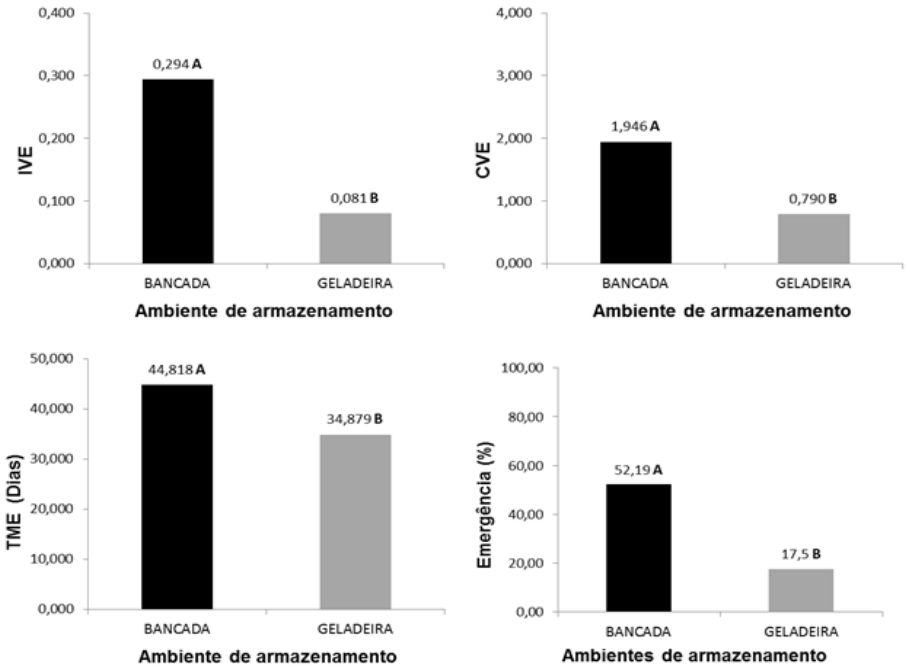
Para a interação posicionamento dos frutos na planta e armazenamento ao longo do tempo e para a interação posicionamento, ambiente e armazenamento, somente o IVE e a Emergência em Porcentagem apresentaram efeito significativo (Tabela 1).

Na Figura 3, encontra-se a comparação de médias para as variáveisanalisadas em função do ambiente de armazenamento.Notou-se que o ambiente de bancada proporcionou maior índice de velocidade de emergência, com valor de 0,294, superior estatisticamente ao valor de 0,081, encontrado para as sementes armazenadas em geladeira.

Para o CVE, novamente, o ambiente de bancada proporcionou melhor valor para o índice analisado (1,946) em relação à geladeira (0,790). Quanto ao TME, foi encontrado 44,818 dias, em média, para a emergência das sementes armazenadas em bancada, valor inferior ao encontrado para as sementes armazenadas em ambiente de geladeira, que apresentou média de 34,879 dias.

Quanto menor o índice TME, menor é o tempo gasto para a emergência do grupo de sementes. Os resultados encontrados mostram que o ambiente de geladeira proporcionou emergência das sementes em um menor tempo, no entanto esse resultado relaciona-se a sensibilidade do índice quanto ao número de plântulas emergidas. No caso desse estudo, foi observado baixo número de plantas emergidas quando as sementes foram armazenadas em geladeira, o que proporcionou um baixo valor para o TME, para esse tratamento.

Figura 3 – Médias do IVE, CVE, TME e Emergência em função do local de armazenamento. Colunas seguidas por uma mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade



Fonte: Os autores

De acordo com a Figura 3, o ambiente de geladeira influenciou significativamente na capacidade das sementes emergirem, apresentando 17,5% de plântulas emergidas, porcentagem inferior ao encontrado para as sementes armazenadas em bancada, com

52,19% de plântulas emergidas ao final do experimento.

Os resultados encontrados neste estudo, em relação ao ambiente de armazenamento, discordam, em parte, dos resultados encontrados por outros autores. Vieira et al. (2007) observaram que sementes de café quando armazenadas em câmara fria apresentaram menor redução da germinação ao longo do tempo, quando comparadas com o armazenamento convencional. Gentil *et al*. (2001) recomendam o armazenamento a 10ºC para sementes com baixo teor de água.

Cabe ressaltar que esses autores utilizaram ambientes de armazenamento refrigerados com controle de temperatura e umidade do ar, o que provavelmente pode estar relacionado à diferença encontrada nesse trabalho, que não contou com controle de umidade. Segundo Silva et al. (2010), o comportamento do teor de água das sementes, quando armazenadas em embalagens permeáveis, acompanham as mudanças da umidade relativa do ar, assim a variação da umidade das sementes, quando armazenadas em ambientes sem controle, pode alterar os resultados referentes à emergência. Alguns autores afirmam que as condições do ambiente são fundamentais para determinar a redução da viabilidade das sementes, principalmente fatores como umidade e temperatura, por interferirem no metabolismo (HARRINGTON, 1973; ROBERTS, 1986; LOPES, 1990).

Os dados gerais de armazenamento das sementes ao longo do tempo (Tabela 2), mostrou uma relação entre o potencial fisiológica das sementes e o tempo de armazenamento. A medida em que aumentou o tempo de armazenamento notou-se redução dos valores encontrados para o IVE, CVE, emergência em porcentagem e aumento para o tempo médio de emergência. Evidenciados pela diferença estatística apontada pelo teste de médias.

Tabela 2 – Comparação de médias para o fator armazenamento para o IVE - índice de velocidade de emergência; CVE - coeficiente de velocidade de emergência; TME - tempo médio de emergência e; porcentagem de emergência ao longo do tempo de armazenamento

Armazenamento (Dias)	IVE	CVE	TME	Emergência %
0	0,470 A	2,016 A	49,664B	91,50 A
30	0,233 B	1,598 B	65,030 A	49,50 B
60	0,249 B	1,703 B	61,434 A	49,50 B
90	0,254 B	1,855 AB	57,415 AB	47,25 B
120	0,117 C	0,967 C	32,864 C	6,31 D
150	0,031 D	0,952 C	20,149 D	5,75 D
180	0,046 D	0,813 C	7,725 E	11,25 CD

Médias seguidas por uma mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de tukey, a 5% de probabilidade.
Fonte: Os autores.

Esses resultados demonstraram perda do potencial fisiológico das sementes a medida em que aumentou o tempo em que ficaram armazenadas. Notou-se também, que essa redução acontece de forma significativa a partir de 30 dias de armazenamento.

O tempo em que as sementes permanecem viáveis para a germinação ainda não está totalmente esclarecido, devido às diversas metodologias de armazenamento empregadas. Araujoet al. (2008) relatam que as sementes apresentam queda drástica na germinação e no vigor após três meses, quando armazenadas à temperatura de 25ºC.

Segundo Forte et al. (2010), em ambientes naturais, temperaturas altas provocam a rápida perda do poder germinativo de sementes. A rápida perda da viabilidade das sementes, quando armazenadas em ambiente com temperatura ambiente, pode estar relacionada ao metabolismo das sementes, que continua acontecendo. Em câmara fria, Fazuoliet al. (2001) constataram poder germinativo em sementes de café após 16 meses de armazenamento.

Na Tabela 3, é possível observar para as variáveis, diferença significativa no primeiro semeio, onde as sementes da ponta apresentaram melhores índices e melhores porcentagens. Nos demais tempos de armazenamento não ocorreram diferenças estatística.

Em relação ao armazenamento ao longo do tempo, observou-se redução significativa dos

valores a partir dos 30 dias, tanto para as sementes do ½ inferior e quanto do ½ superior da planta, nos parâmetros avaliados.

Em relação ao tempo de armazenamento, não foi observada diferença estatística entre os tempos de 0, 30, 60 e 90 dias, para as sementes mantidas em ambiente de bancada, para o ambiente de geladeira a partir de 120 dias os índices chegaram a zero (Tabela 4).

Tabela 3 – Índice de velocidade de emergência (IVE) e porcentagem de emergência de sementes de café arábica catuaí vermelho – IAC 44, em função do posicionamento dos frutos na planta e o tempo de armazenamento

Armazenamento (Dias)	IVE		Emergência %	
	Posicionamento		Posicionamento	
	½ inferior	½ superior	½ inferior	½ superior
0	0,45 Ab	0,49 Aa	88,0 Ab	95,0 Aa
30	0,22 Ba	0,24 Ba	45,0 Ba	54,0 Ba
60	0,23 Ba	0,26 Ba	48,0 Ba	51,0 Ba
90	0,25 Ba	0,25 Ba	47,5 Ba	47,0 Ba
120	0,11 Ca	0,12 Ca	6,0 Ca	6,6 Ca
150	0,04 Da	0,02 Da	8,5 Ca	3,0 Ca
180	0,04 Da	0,05 Da	10,0 Ca	12,5 Ca

Médias seguidas por uma mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de tukey, a 5% de probabilidade.
Fonte: Os autores.

Tabela 4– Índice de velocidade de emergência (IVE) e Coeficiente de velocidade de emergência (CVE) de sementes de café arábica catuaí vermelho – IAC 44, em função do ambiente e tempo de armazenamento

Armazenamento (dias)	IVE		CVE	
	Ambiente		Ambiente	
	Bancada	Geladeira	Bancada	Geladeira
0	0,47 aA	0,47 aA	2,02 aABC	2,02aA
30	0,43 aA	0,04 bBC	1,88 aABC	1,31aB
60	0,45 aA	0,05 bBC	2,03 aABC	1,37bB
90	0,42 aA	0,09 bB	2,28 aA	1,42bB
120	0,23 aB	0,00 bC	1,74 aBC	0,00bC
150	0,06 aC	0,00 bC	1,90 aABC	0,00bC
180	0,09 aC	0,00 bC	1,63 aC	0,00bC

Médias seguidas por uma mesma letra, maiúscula na coluna, minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade, para cada parâmetro avaliado.
Fonte: Os autores.

Na tabela 5, encontra-se a comparação de médias para a interação entre os ambientes de armazenamento, ambiente natural sobre bancada, e ambiente refrigerado, em geladeira, e o armazenamento ao longo do tempo sendo 0, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias de armazenamento, para os índices avaliados, Tempo Médio de Emergência e Emergência em Porcentagem, que apresentaram efeito significativo pelo teste F.

Para os índices IVE e CVE, as sementes armazenadas em bancadas apresentaram maiores índices em relação às sementes armazenadas em geladeira.

Para o TME, foram encontradas maiores médias nos tempos de armazenamentos inicias. Entretanto, foram estes que apresentaram maiores porcentagens de emergência nos dois ambientes de armazenamento (Tabela 5).

Tabela 5 – Tempo Médio de Emergência (TME) e Emergência (%) de sementes de café arábica catuaí vermelho – IAC 44, em função do ambiente e tempo de armazenamento

Armazenamento (dias)	TME		Emergência %	
	Ambiente		Ambiente	
	Bancada	Geladeira	Bancada	Geladeira
0	49,66aABC	49,66aB	91,50aA	91,50aA
30	53,17bAB	76,89aA	88,00aA	11,00bC
60	49,26bABC	73,61aA	86,50aA	12,50bC
90	44,09bBC	70,74aA	69,50aB	25,00bB
120	57,60aA	8,12bC	12,50aCD	0,13bD
150	40,30aC	0,00bC	11,50aD	0,00bD
180	15,45aD	0,00bC	22,50aC	0,00bD

Médias seguidas por uma mesma letra, maiúscula na coluna, minúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de tukey, a 5% de probabilidade, para cada parâmetro avaliado.
Fonte: Os autores.

Na tabela 6, encontra-se a comparação de médias para a interação posicionamento dos frutos na planta, sendo ½ inferior e ½ superior da planta com ambiente de armazenamento, bancada e geladeira, e o armazenamento ao longo do tempo. Verifica-se que, independente do posicionamento dos frutos nas plantas e do ambiente de armazenamento, as sementes de café arábica apresentam redução do IVE ao longo do tempo.

Tabela 6 – Comparação de médias para a interação posicionamento, ambiente de armazenamento e armazenamento ao longo do tempo para o IVE- índice de velocidade de emergência

Armazenamento (Dias)	½ inferior		½ superior	
	Bancada	Geladeira	Bancada	Geladeira
0	0,45 A	0,45 A	0,49 A	0,49 A
30	0,42 A	0,02 BC	0,44 AB	0,05 BC
60	0,41 A	0,05 BC	0,49 A	0,03 BC
90	0,42 A	0,08 B	0,41 B	0,10 B
120	0,22 B	0,00 C	0,24 C	0,00 C
150	0,09 C	0,00 C	0,03 E	0,00 C
180	0,08 C	0,00 C	0,10 E	0,00 C

Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade, para cada parâmetro avaliado.
Fonte: Os autores.

Na Tabela 7, encontra-se a interação para o parâmetro emergência em porcentagem, verificou-se que ao longo do tempo independente dos demais fatores as sementes apresentam redução na porcentagem de emergência.

Para as sementes armazenadas em ambiente sem refrigeração colhidas no ½ inferior da planta, não houve diferença significativa entre os tempos de 0, 30, 60 e 90 de armazenamento.

Para as sementes armazenadas em geladeira, independente do posicionamento das sementes na planta, os resultados encontrados demostram redução da porcentagem de sementes emergidas já a partir dos 30 dias de armazenamento, caindo para 0 aos 150 dias nas sementes colhidas no ½ inferior, e aos 120 dias nas sementes colhidas no ½ superior da planta.

Tabela 7 – Comparação de médias para a interação posicionamento, ambiente de armazenamento e armazenamento ao longo do tempo para a emergência em porcentagem.

Armazenamento	½ inferior		½ superior	
(Dias)	Bancada	Geladeira	Bancada	Geladeira
0	88,0 A	88,0 A	95 A	95 A
30	84,0 A	6,0 CD	92 A	16 BC
60	80,0 A	16,0 BC	93 BC	9 CD
90	73,0 A	22,0 B	66 B	28 B
120	11,75 C	0,25 D	13,25 CD	0,0 D
150	17,0 C	0,0 D	6,0 D	0,0 D
180	20,0 C	0,0 D	25,0 C	0,0 D

Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de tukey, a 5% de probabilidade, para cada parâmetro avaliado.

Fonte: Os autores.

4. CONCLUSÃO

O posicionamento dos frutos de café arábica na planta não interferiram na emergência de plântulas.

O armazenamento de sementes de café arábica em geladeira reduziu a emergência das plântulas.

As sementes de café arábica se mantiveram viáveis, porém com baixa porcentagem de emergência, até 180 dias de armazenamento em bancada.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, R. F.; ARAUJO, E. F.; CECON, P. R.; SOFITTI, V. Conservação de sementes de café (*coffeaarabica*l.) Despolpado e não despolpado. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n. 3, p.071-078, 2008.

BRASIL. Ministério da agricultura e da reforma agraria. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília:Mapa/ACS, p.399, 2009.

BRAZ, M. R. S.; ROSSETTO, C. A. V. Condicionamento fisiológico na germinação e no vigor de sementes armazenadas de café. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.7, p.1849-1856, 2008.

CAIXETA, I. F. **Produção e qualidade de sementes do cafeeiro quanto à localização dos frutos na planta**. (Tese de doutorado). Universidade Federal de Lavras, 2013.

CANNEL, M. G. R.; HUXLEY, P. A. Seasonaldifferences in thepatternofassimilatemovement in branchesof*Coffeaarabica* L. **AnnalsofAppliedBiology**, v. 64, p. 345-357, 1969.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira – Café**. Maio de 2019. Disponível em: < https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe>. Acesso em: 09 Ago.de 2019.

EDMOND, J. B.; DRAPALA, W. J. The effectsoftemperature, sandsoilandacetoneongerminationofokraseeds. **Proceedings American Society for Horticultural Science**, v.71, p. 428-434, 1958.

FAZUOLI, L. C.; BRAGHINI, M. T.; MISTRO, J.C.; SILVAROLLA, M. B. Café robusta: uma nova opção para a cafeicultura paulista. **O Agronômico**, Campinas, p. 71-74, 2007.

FORTI, V. A.; CÍCERO, S. M. C.; PINTO, T. L. F. Avaliação da evolução de danos por “umidade” e redução do vigor em sementes de soja, cultivar tmg113-rr, durante o armazenamento, utilizando imagens de raio x e testes de potencial fisiológico. **Revista Brasileira de sementes**, v. 32, n.3 p. 123, 2010.

GENTIL, D. F. de o.; SILVA, W. R. da; MIRANDA, D. M. de. Grau de umidade e temperatura na conservação de sementes de café. **Brangantia**, Campinas, v.60, nº.1, p.

53-64, 2001.

HARRINGTON, J. F. Seedstorageandlongevity. 1972, In: KOLOSWSKI, T. T.; KOTOWSKI, F. **Temperaturerelationstogerminationofvegetableseed**. Proceedingsofthe American Society for Horticultural Science, p. 176-184, 1926.

KOTOWISKI, F. Temperaturerelationstogerminationofvegetableseeds. **Proceedingsof American Societyof Horticultura Sciences,** v. 23, p. 176-184, 1926.

LOPES, J. C. **Germinação de sementes de Phaseolusvulgaris**. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Campinas – SP, Universidade Estadua,1990.

MAGUIRE, J. D. Seedofgerminationandrelationevaluation for seedlingemergence vigor. **Crop Science**, p. 176-177, 1962.

ROBERTS, E. H. Quantifyingseeddeterioration. In: McDONALD JUNIOR, M. B. & NELSON, C. J. (Ed.). **Physiologyofseeddeterioration**. Madison: American SocietyofAgronomy/Crop Science SocietyofAmerica/Soil Science Societyof America,101 - 123. SpecialPublication, 11. 1986.

SILVA, F. S.; PORTO, A. G.; PASCUALI, L. C. E; SILVA, F. T. C. Viabilidade do armazenamento de sementes em diferentes embalagens para pequenas propriedades rurais. **Revista de ciência Agro-Ambientais**, v.8, n. 1, p. 45-56, 2010.

VIEIRA, A. R.; OLIVEIRA, J. A.; GUIMARÃES, R. M.; PEREIRA, C. E.; CARVALHO, F. E. de. Armazenamento de sementes de cafeeiro: ambientes e métodos de secagem. **RevistaBrasileira de Sementes**, v. 29, nº 1, p.76-82, 2007.

CAPÍTULO X

AVALIAÇÃO NA PRODUÇÃO DE BIOMASSA E ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA NA IMPLANTAÇÃO DE ADUBOS VERDES EM CONSÓRCIO COM CAFEEIRO

Alex Justino Zacarias
Israel Martins Pereira
Mário E. Pechara da Costa Jaeggi
Otacílio José Passos Rangel
João Batista Meneguelli de Souza
Wallace Luís de Lima

1. INTRODUÇÃO

A administração rural é um campo muito amplo, que envolve uma série de atividades relacionadas ao setor agropecuário. Sendo assim, o uso de uma estratégia para controlar os custos das atividades desenvolvidas, é fundamental na gestão de custo da empresa rural. Portanto, todas as atividades econômicas ligadas ao setor agropecuário têm na apuração de seus custos de produção estratégias semelhantes, porém, respeitando-se a peculiaridade de cada atividade (ENGEL e ANTUNES, 1996).

Segundo Leone (2000), o controle de custos é o ramo da contabilidade que se destina a produzir informações para os diversos níveis empresariais, como auxílio às funções de planejamento, controle das operações e de tomadas de decisões.

O que deve ficar claro para o produtor, é que os gastos com os recursos de produção como: mão de obra, matéria-prima, equipamentos, máquinas, benfeitorias, terra, capital monetário, e as quantidades de produtos e subprodutos, devem ser computados somente no prazo estabelecido para a análise.

Os custos fixos (CF) são aqueles gastos correspondentes à mão de obra permanente, benfeitorias, máquinas e equipamentos, porém, a terra tem duração superior ao curto prazo. Sua renovação se dá em longo prazo, uma vez que não se incorporam totalmente ao produto em curto prazo, fazendo-o em tantos ciclos produtivos quanto o permitir sua vida útil. Por outro lado, existem os custos variáveis (CV) que referem aos recursos com duração inferior ou igual ao curto prazo, podem sofrer alterações quantitativas ou qualitativas no produto dentro do ciclo, sendo facilmente alteráveis. A soma dos custos fixos e variáveis representa o custo total (CT), que corresponde a todos os custos proporcionados durante o ciclo de produção da atividade agrícola para produzir certa

quantidade do produto (SILVA, 2001).

Os relatos contribuintes dos estudos e recomendações de Kruger et al. (2014) e Zanin et al. (2014) demonstram a importância da utilização da contabilidade para a gestão das propriedades rurais, deixando claro que é um fator de extrema importância, como instrumento de apoio à gestão e no processo de tomada de decisões dos produtores rurais.

Com relação aos custos com aquisição de insumos industrializados utilizados na fertilização e condicionamento do solo, pode-se dizer que perfazem, na maioria dos casos, um terço de todos os custos operacionais efetivos de uma propriedade de café. Qualquer iniciativa de substituição desses insumos por modelos de produção integrada, em que há reutilização de resíduos, ou até mesmo a utilização de plantas que servem de fertilização orgânica são bem vindos, sobretudo quando se pretende realizar uma transição agroecológica.

O uso da adubação verde é uma prática agrícola muito antiga, seu uso há mais de 2.000 anos foi registrado na China, Grécia e Itália, sobretudo para aumento da produção das lavouras. As vantagens deste uso são: a capacidade de fixação de nitrogênio com auxílio da bactéria associada às raízes das leguminosas, incorporação da fitomassa ou biomassa e restauração da fertilidade e produtividade dos solos. A adubação verde, que consiste no cultivo e incorporação de massa vegetal, busca preservar ou restaurar os teores de matéria orgânica e nutrientes dos solos (WUTKE et al., 1993). Segundo os autores, aqui descritos, esse manejo vem sendo utilizado para introduzir grandes quantidades de resíduos orgânicos nos solos proveniente da biomassa vegetal produzida, além de manter o solo coberto, protegendo-o dos danos provocados pela erosão, aumentar a atividade biológica dos solos, estimula processos biológicos importantes, tais como a ciclagem de nutrientes e a fixação biológica de nitrogênio, além de auxiliar o controle de invasoras.

De Faria (2004) retrata que, quando se adiciona a biomassa da parte aérea das leguminosas ao solo, estão se adicionando os nutrientes que foram reciclados do sistema solo-planta, novas quantidades de nitrogênio que foram sintetizadas no processo de fixação simbiótica e o carbono sintetizado pela fotossíntese das plantas, que vão fazer parte da matéria orgânica do solo (MOS).

Os principais efeitos da adubação verde para melhoria da qualidade do solo estão associados ao aumento do teor de MO; a maior disponibilidade de nutrientes; maior

capacidade de troca de cátions (CTC); o favorecimento da formação de ácidos orgânicos, fundamentais à solubilização de nutrientes minerais; a diminuição dos teores de alumínio trocável, mediante sua complexão e o incremento da capacidade de reciclagem e mobilização de nutrientes lixiviados ou pouco solúveis que estejam nas camadas mais profundas do perfil do solo (SAGRILO et al., 2009).

Tendo em vista a escassez de informações a respeito da relação custo x benefício da adubação verde em cafeicultura no sul do estado do Espírito Santo, o objetivo desse trabalho foi avaliar a viabilidade econômica e a produção de biomassa em lavoura cafeeira de conilon consorciada com diferentes espécies leguminosas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área

O experimento foi realizado entre agosto de 2015 ejulho de 2016, na comunidade São Bartolomeu, em propriedade particular, no distrito de Rive, município de Alegre, nas proximidades do Ifes - Campus de Alegre. A área experimental situa-se na latitude 20º45’44” Sul, longitude 41º27’43” Oeste e altitude aproximada de 134 m, contendo lavoura de café da variedade clonal ‘Incaper 8142 – Conilon Vitória’, com 7 anos de idade, numa área de 0,29 ha, com espaçamento 2,30m x 2,60m.

Para a caracterização inicial do solo, foram coletadas amostras na profundidade de 0-20 cm antes da implantação do experimento, cujos resultados encontram-se na tabela 1. A adubação da lavoura foi realizada com base na análise química do solo e demanda nutricional do cafeeiro, seguindo recomendação descrita no manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo: 5ª aproximação (PREZOTTI et al., 2007), aplicando-se as seguintes doses de fertilizantes por planta: 55g de K_2O e 70g de P_2O_5. Foram realizadas duas adubações, sendo a primeira contendo metade do potássio e todo o fósforo (no dia 09/03/2016) e, após 30 dias decorridos da primeira adubação, a segunda metade do potássio. A irrigação na área do experimento foi realizada por aspersão, uma vez por semana, das 18 às 20 horas.

Tabela 1 - Atributos químicos do solo avaliados antes da implantação do experimento

pH H_2O	MO	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	V	K/ CTC	Ca/ CTC	Mg/ CTC
	dag/dm³	--mg/dm³--		---------- Cmol$_c$/dm³ ----------				%			
5,9	1,3	11,5	125	3,9	1,0	2,50	5,22	68	4	51	13

Fonte: dados da pesquisa

A pesquisa consistiu em cinco consórcios (cinco tratamentos) de café com leguminosas, a saber: café + feijão guandu (*Cajanu cajans* L.); café + mucuna preta (*Stizolobium aterrimum*)*;* café + feijão de porco (*Canavalia ensiformis*)*;* café + margaridão mexicano (*Tithonia diversifolia*) e; café solteiro (solo capinado – testemunha). Cada tratamento era constituído por 10 plantas de café conilon. Na tabela 2 encontram-se informações relativas à produção de biomassa, relação C/N e capacidade de fixação de N_2 de algumas das leguminosas abordadas no presente trabalho, tais como: feijão guandu, feijão de porco, mucuna e margaridão.

Tabela 2 - Características das espécies de adubos verdes utilizadas em consórcio com a lavoura cafeeira no presente estudo

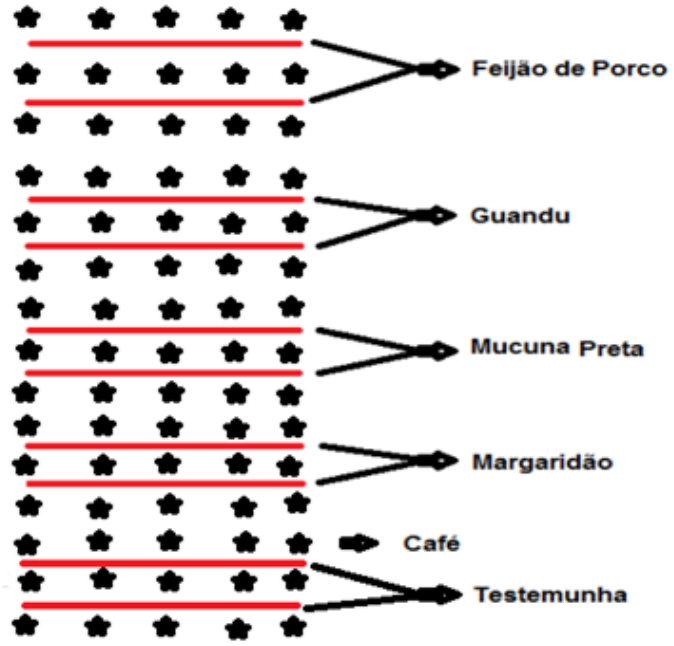
Nome comum	**Nome científico**	**Família botânica**	**Massa Verde (t/ha)**	**Relação (C/N)**	**N fixado por ano (Kg/ha)**
Feijão Guandu	*Cajanus cajan*	Fabaceae	20-40	15-22	37-280
Feijão-de-porco	*Canavalia ensiformis*	Fabaceae	22-40	10-16	49-230
Mucuna-preta	*Mucuna aterrima*	Fabaceae	29-50	12-21	120-210
Margaridão Mexicano	*Tithonia diversifolia*	Fabaceae	47-82	-	-

Fonte: Burle et al. (2006), Calegari et al. (1993), Derpsch e Calegari (1992), Fahl et al. (1998), Flarentin et al. (2001), Miyasaka (1984), Monegat (1991), Pereira (1988), Thung e Cabresa (1994), Wutke et al. (2007, 2009).

O experimento foi conduzido em faixa, com o plantio das leguminosas nas entrelinhas da cultura do café, sendo assim, 5 tratamentos e 10 repetições. O uso de faixas para a aplicação dos níveis dos dois fatores facilita e melhora a representatividade do

experimento em relação às condições da lavoura (MEAD & CURNOW, 1990; GOMEZ & GOMEZ, 1984). Uma representação esquemática do experimento a campo é apresentada na figura 1.

Figura 1. Esquema de implantação dos tratamentos na lavoura cafeeira



Fonte: Os autores

As leguminosas foram semeadas nas entrelinhas do cafeeiro, distantes 50 cm da projeção da copa, na profundidade de 2 cm, com espaçamento entre covas de 50 cm, espaçadas em 2,6 m nas entre-linhas e com três sementes por cova, totalizando 7.692 plantas/ha em cada tratamento. Levando em consideração o alto vigor vegetativo das leguminosas, foi adotada a prática da poda para conter seu crescimento, mantendo-se os resíduos das leguminosas na superfície do solo.

2.2. Manejo das leguminosas

A poda do feijão guandu foi realizada de acordo com Calegari (1995), com corte efetuado a 1,2 m de altura para evitar a competição por luz com o cafeeiro, repetindo-se a operação por 3 ou 4 vezes ao longo do ano agrícola. Na ausência de referências bibliográficas para o manejo da poda do margaridão mexicano, adotou-se o manejo indicado para o feijão guandu, por apresentarem crescimento vegetativo semelhante.

Para o feijão de porco, o manejo da poda foi conduzido antes da floração, com o corte dos ramos florais, evitando assim sua propagação pela lavoura (BULISANI et al., 1992; KIEHL, 1985). A poda da mucuna preta foi realizada constantemente, devido ao seu

hábito de crescimento indeterminado, evitando crescimento descontrolado (BULISANI et al., 1992; KIEHL, 1985). O controle de plantas invasoras foi realizado por meio de roçadas semi-semi-mecanizadas e do coroamento das leguminosas. O controle de pragas e doenças não foi necessário.

O manejo da biomassa produzida (massa da matéria fresca) das leguminosas foi realizado seguindo estudo mencionado por Messiaen (1979), onde após o corte ou poda das espécies verdes, o resíduo foi fracionado e aportado sobre o solo da área experimental, nas entrelinhas do cafeeiro.

A biomassa foi mensurada no período da poda das leguminosas. Todo o material proveniente das podas foi triturado no desintegrador, com posterior pesagem em uma balança digital portátil. As leguminosas foram implantadas nas entrelinhas do cafeeiro em linhas com 10 m de comprimento. Após a pesagem, o material foi retornado para as parcelas experimentais na lavoura, sendo depositado nas entrelinhas do cafeeiro.

2.3. Características econômicas

Os parâmetros de viabilidade econômica foram calculados em planilha eletrônica, adotando-se informações para a elaboração do custo de produção, como descrito por SOUZA (2015), conforme a tabela 3. Durante a condução do experimento foram coletadas informações de gastos com as seguintes atividades: poda, roçada, capina em faixa, adubação, plantio das leguminosas, análise de solo, colheita, desbrota e manejo da irrigação.

Na avaliação econômica dos tratamentos foi utilizado o método de orçamento unitário, que focaliza a organização de uma atividade produtiva por unidade de área ou por unidade animal. São exemplo de orçamento unitário a previsão que gastará e qual receita que será auferida com a exploração de um hectare de milho, arroz ou, ainda, uma unidade animal bovina (ANTONIALLI, 2001).

Essa modalidade de orçamentos básicos pressupõe uma relativa estabilidade dos coeficientes técnicos e preços, uma vez que a partir da unidade orçamentária faz-se a extrapolação para um hectare, conforme efetuado nesta pesquisa. Nesse caso, o bom senso do planejador será de vital importância, por incorrer em riscos de recomendar determinado processo de produção para áreas com diferentes potenciais agroclimáticos (ANTONIALLI, 2001).

Tabela 3 - Parâmetros de avaliação da viabilidade econômica da implantação de diferentes espécies leguminosas nas entrelinhas do cafeeiro

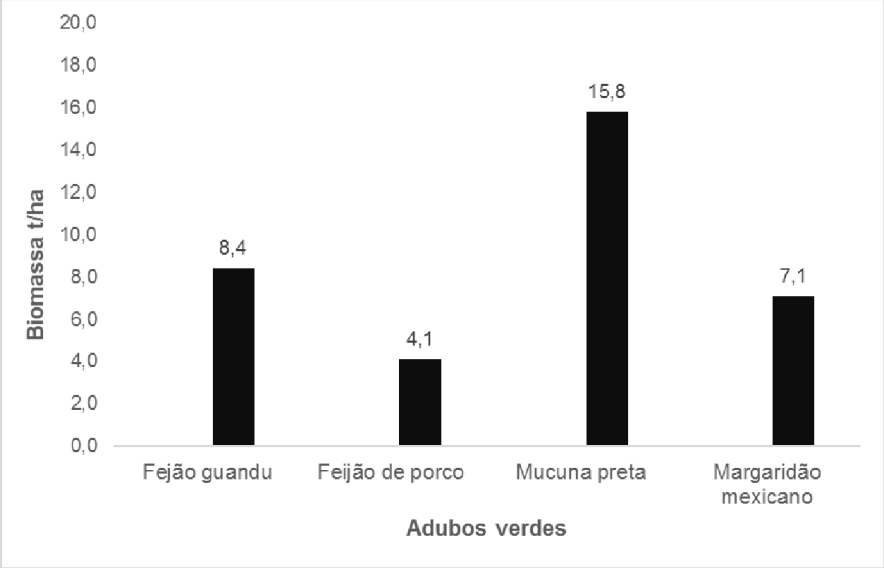
Parâmetros	Formulas
CT	CFT + CVT.
COP	CT – CO
CFMe	CFT/Q
CVMe	CVT/Q
CTMe	CT/Q
CopMe	COp/Q
RBT	PxQ
RLT	RBT – CT
Rlop	RBT – COP
RT	RLT/Investimento x 100
LC	RLT/RBTx100
PN	CT/preço de mercado
MS	RBT/RBTx100

Custo Total=CT; COP=custo operacional; CFMe= Custo fixo médio; CVMe= Custo variável médio; CTMe= Custo total médio; CopMe= Custo operacional médio; RBT=Renda bruta total; RLT= Renda líquida total; Rlop=Renda líquida operacional; RT=Rentabilidade; LC=Lucratividade; PN=Ponto de nivelamento e MS=Margem de segurança.
Fonte: modificado de Souza (2015).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados na Figura 1 demonstram que a maior produção de massa fresca foi obtida com a leguminosa mucuna preta, com 15,8 t/ha.

Figura 2. Biomassa produzida na implantação das espécies leguminosas utilizadas como adubação verde na cultura do cafeeiro conilon



Fonte: Elaborada pelos autores

Favero et al. (2001) relatam que a mucuna preta e o feijão de porco apresentaram maior cobertura vegetal, juntamente com a biomassa proveniente de roçadas. Os dados apresentados na tabela 2indicam uma produção de biomassa para mucuna preta variando entre 29 a 50 t/ha, valores bem acima dos encontrados no presente estudo. Tal resultado pode estar associado ao maior espaçamento de plantio da mucuna preta neste trabalho (0,5 x 2,60m), limitando o estande de plantas a apenas 7.692 plantas/ha.

Nas parcelas com a implantação do feijão guandu obteve-se uma produção de biomassa de 8,4 t/ha. Outro fator importante a se destacar é o hábito de crescimento do feijão guandu, arbustivo ereto, necessitando de menos podas (apenas duas) ao longo do período experimental, quando em comparação com a mucuna preta que por ter hábito trepador, necessitou de seis podas durante o período de avaliação (1 ano).

Resultados semelhantes foram obtidos para o feijão de porco, com uma produção de biomassa (4,1 t/ha) bem abaixo do mostrado na tabela 2 (20 – 40 t/ha). Assim como explicado para o feijão guandu, o feijão de porco também possui hábito arbustivo ereto, necessitou de apenas duas podas por ano.

Rios e Salazar (1995) avaliando a produção de biomassa do margaridão mexicano, realizando apenas um corte aos 110 dias após plantio, encontraram valores de 82, 57 e 47 t/ha de biomassa fresca, nos espaçamentos de 0,5 x 0,75m (22.666 plantas/ha); 0,75 x 0,75m (17.777 plantas/ha) e 1,0 x 0,75m (13.333 plantas/ha). No presente trabalho, o plantio do margaridão mexicano ocorreu no espaçamento de 0,5 x 2,6m (7.692 plantas/ha), com duas podas no período de 1 ano e produção de biomassa de 7,1 t/ha.

Os resultados da avaliação de viabilidade econômica dos consórcios café conilon e leguminodas obtidos desta pesquisa (Tabela 4) estão apresentados de forma sintética, considerando a participação dos itens dos custos fixos e variáveis no custo total da produção cafeeira, utilizando adubação verde.

Evidenciando a necessidade de analisar economicamente a atividade é extremamente importante pois, por meio dela, o produtor começa a conhecer com detalhes e a utilizar de maneira inteligente e econômica os fatores de produção (terra, trabalho e capital). Desta forma, o produtor localiza os pontos de irregularidade para depois concentrar esforços gerenciais e tecnológicos, a fim de obter sucesso na sua atividade e atingir os seus objetivos de maximização de lucros ou minimização de custos (LOPES; CARVALHO, 2006).

Tabela 4- Custo de produção para a implantação das espécies leguminosas utilizadas como adubação verde na cultura do cafeeiro conilon.

Par	Und.	T	C+FP	C+G	C+Muc.	C+Marg
CFT	R$	696,75	696,32	696,54	696,33	696,33
CVT	R$	1.903,62	2.929,57	2.354,37	2.754,37	2.168,97
CT	R$	2.600,37	3.625.89	3.050,90	3.450,70	2.865.30
COP	R$	2.014,12	3.016,33	2.458,50	2.858,34	2.272,43
CFMe	R$/sc	25,81	22,46	14,82	14,51	19,90
CVMe	R$/sc	70,50	94,50	50,09	57,38	61,97
CTMe	R$/sc	96,31	116,96	64,91	71,89	81,87
CopMe	R$/sc	74,60	97,30	52,31	59,55	64,92

Uni. = Unidade; T = Testemunha; C+FP = Café+ Feijão de Porco; C+G = Café+Guandu; C+M = Café+,Mucuna; Café+Margaridão CFT=Custo Fixo Total; Custo Variável Total=CVT; Custo Total=CT; COP=custo operacional; CFMe= Custo fixo médio; CVMe= Custo variável médio; CTMe= Custo total médio e CopMe= Custo operacional médio.
Fonte: dados da pesquisa

O custo de produção é um importante indicador para que o empreendedor possa inferir sobre a competitividade de seu processo produtivo, uma vez que este representa a soma dos valores de todos os recursos (insumos, máquinas, implementos e operações) utilizados no processo produtivo de certa atividade.

Na tabela 4, tem-se que o custo total refere-se ao custo de todos os recursos de produção que exigem desembolso por cada tratamento consorciado ao café e o seu respectivo custo de oportunidade. O maior custo verificado foi com feijão de porco consorciado com café (R$ 3.625,89), sobrepondo-se aos demais tratamentos, por causa do alto custo variável, relacionado aos serviços temporários (manejo), dada a principal característica dessa leguminosa que é de crescimento rápido, exigindo serviços frequentes, como: poda, roçada, capina em faixa, irrigação e desbrota. Já a testemunha apresentou o menor custo (R$ 2.600,37). Entretanto o custo fixo dos tratamentos seguiu uma mesma média.

Melo et al. (2009) alegam que os estudos da rentabilidade desenvolvidos, envolvendo atividade econômica, são essenciais para que se possa avaliar os custos de produção e optar por estratégias de maior competitividade no mercado. Sendo assim, uma atividade agrícola se torna interessante quando, de certa forma, propicia retorno financeiro superior ao custo de produção.

De acordo com os valores do indicador COP, todos os fatores de produção exigem desembolso, custos fixos e variáveis, sendo o maior valor (R$ 3.016,33) relativo ao

tratamento de café + feijão de porco (Tabela 4).

Tabela 5- Custo de produção para a implantação das espécies leguminosas utilizadas como adubação verde na cultura do cafeeiro conilon indicando os resultados econômicos e financeiros da atividade.

Par	Und.	T	C+FP	C+G	C+MUC	C+MARG
CFT	%	26,79	19,20	22,83	20,18	24,30
CVT	%	73,21	80,80	77,17	79,82	75,70
SACA/ha	SC	27	31	47	48	35
RBT	R$	10.794,87	12.394,11	18.791,07	19.190,88	13.993,35
RLT	R$	8.194,50	8.768,22	15.740,17	15.740,18	11.128,05
Rlop	R$	8.780,75	9.377,78	16.332,57	16.332.54	11.721,01
RT	%	69,12	68,19	127,96	123,93	91,86
LC	%	75,91	70,75	83,76	82,02	79,52
PN	Sc	6,50	9,07	7,63	8,63	7,17
MS	%	-75,91	-70,75	-83,76	-82,02	-79,52
CT/ha	R$/ha	0,26	0,36	0,31	0,35	0,29

Uni. = Unidade; T = Testemunha; C+FP = Café+ Feijão de Porco; C+G = Café+Guandu; C+MUV = Café+Mucuna; C+MARG = Café+Margaridão; Par = Parâmetro; CFT = custo fixo total; CVT = custo variável total; RBT=Renda bruta total; RLT= Renda líquida total; Rlop=Renda líquida operacional; RT=Rentabilidade; LC=Lucratividade; PN=Ponto de nivelamento; MS=Margem de segurança e CT/ha=Custo total por hectare.

Pode-se verificar, pela estrutura de renda bruta total (RBT) apresentada na Tabela 5 que a mucuna teve o maior valor (R$ 19.190,88), com produtividade média do cafeeiro de 48 sc/ha. A testemunha apresentou o menor valor de RBT (R$ 10.794,87), com produtividade média de 27 sc/ha. Em relação aos custos médios ou unitários, vale ressaltar que os resultados são calculados utilizando-se a produção de cada tratamento. No caso específico do custo fixo médio (CFM), percebe-se que quanto maior a produtividade menor será o CFM, pois conceitualmente como custo fixo não se altera no curto prazo, quanto maior a produtividade menor será o valor por unidade produzida. Em um estudo realizado por Lana (2010), com produtividade média de café de 30 sc/ha na região Sul de Minas Gerais, a maior despesa adveio com os insumos, representando 37% do custo total de produção, seguido por demais serviços, com 22%, outros custos, com 21% e a colheita, que foi realizada de forma manual, contribuindo com 20%. Somando-se serviços e colheita, 42%, insere-se, mais uma vez, a mão de obra como a maior despesa.

No cálculo do ponto de nivelamento, que indica a menor produção sem ter resultado negativo da atividade, foi utilizada a média da cotação do café conilon do mês de julho do ano de 2016 (R$ 399,81/saca) para o estado do Espírito Santo, de acordo com o

Centro de Comércio do Café de Vitória – CCCV.

Analisando os resultados do ponto de nivelamento, pode-se observar que todos os tratamentos foram satisfatórios, isto é, com uma boa margem de segurança quando comparados com as produtividades obtidas. Em relação ao resultado encontrado, o consórcio feijão guandu+cafeeiro apresentou o melhor resultado, com uma margem de segurança de -83,76 %, em função da sua maior distância em relação à produtividade e ponto de nivelamento. Conceitualmente, é importante que a margem de segurança seja negativa. Ela indica, em termos percentuais, qual a variação do preço ou da produtividade pode ocorrer sem que haja saldo operacional negativo.

Analisando os resultados da tabela 5, verifica-se que todos os tratamentos apresentaram os valores negativos, que em ordem decrescente foram: C+G: - -83,76%; C+MUC: -82,02%; C+MARG: -79,52%; C+FP: -70,75% e; T: -75,91%. Sendo assim, o preço mantendo-se estável, a produtividade pode variar para menos que a atividade não terá prejuízo ou, caso a produtividade se mantenha estável, o preço pode variar para menos esse percentual, que a atividade não terá prejuízo.

Silva et al. (2003) explicam que o ponto de nivelamento é a produção mínima para que não haja perda econômica na melhor situação. Os mesmos autores trabalharam com viabilidade técnico-financeira com uso de sistema de irrigação por gotejamento no cafeeiro e concluíram o valor de 314,08 sc, fato este que não ocorreu, pois, a produção foi de 204,39 sc, sendo necessário que se eleve a produção em cerca de 109,69 sc para que se iguale a receita total ao custo total (RT = CT)

Na planilha não foi levado em consideração o ICMS (imposto sobre operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestações de serviços), pois nesta pesquisa considerou-se, somente, gastos relativos ao processo produtivo.

4. CONCLUSÕES

A mucuna preta foi a espécie que promoveu maior aporte de matéria fresca.

Todos os tratamentos supriram os gastos desenvolvidos na atividade.

O cafeeiro conilon consorciado com mucuna-preta e com margaridão apresentou os melhoores resultados de receita líquida total, com um incremento de 92% em relação ao cafeeiro solteiro (testemunha). Cabe aqui a ressalva que esses resultados referem-se a apenas um ciclo de produção do café conilon. Para se chegar a uma recomendação técnica para o produtor rural esses estudos devem ser repetidos nas difererentes regiões produtoras de café conilon.

REFERÊNCIAS

ANTONIALLI, Luiz Marcelo. **Planejamento e controle financeiro da** agroindústria. Lavras MG: UFLA/FAEPE, 2001.

BULISANI, A. E.; COSTA, M. B. B. da; MIYASAKA, S.; CALEGARI, A.; WILDNER, L. do P.; AMADO, T. J. C.; MONARDO, A. **Adubação verde nos estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**: parte II. In: COSTA, M. B. B. da. Adubação verde no sul do Brasil. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1992. p. 57-206.

CASTRO, L. F. Q.; ZÁRATE, N. A. H.; VIEIRA, M. DO C.; TORALES, E. P.; LUQUI, L. DE L. Produtividade e rentabilidade do mangarito sob diferentes densidades de plantio e fontes de resíduo orgânico. **Scientia agraria**, v. 18, p. 107-115, n. 3, 2017.

Centro de Agroecologia, Energias Renováveis e Desenvolvimento Sustentável Manejo ecológico do solo e da água / Elaborado por Jairton Fraga Araújo; Carlos Diogo A.S.M. dos Santos; Rosicléa de Carvalho Lopes, ilustrado por Gilmário Noberto de Souza. - Salvador: EDUNEB, 2014. 40p.: il. – (Cartilha agroecológica, v.3).

DE FARIA, Clementino Marcos Batista. Comportamento de leguminosas para adubação verde no Submédio São Francisco. **Embrapa Semi-Árido. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 2004.

ENGEL, A. e ANTUNES, L.M. **Manual de Administração Rural: Custo de Produção**. Guaíba-RS: Livraria e Editora Agropecuária Ltda, 2 ed. 1996. 142p.

GOMEZ, J. A. & GOMEZ, Estatística procedures A. A. **Agricultural research**. 2. Ed.

KAGEYAMA, P. Y. **Uma análise das consequências da agricultura convencional e das opções de modelos sustentáveis de produção – agricultura orgânica e agroflorestal.** 38p. 2014.

KIEHL, E. J. **Organic fertilizers**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

KRUGER, S. D.; GLUSTAK.; MAZZIONI, S.; ZANIN, A. A contabilidade como instrumento de gestão dos estabelecimentos rurais. **Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade - REUNIR**, v. 4, n. 2, p. 134-153, 2014.

LANA, G. B. M. **Viabilidade econômico-financeira da cafeicultura no sul de Minas Gerais**. 2010. 95 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras MG, 2010

LEONE, George Sebastião Guerra. **Custos: planejamento, implantação e controle.** São Paulo: **Ed. Atlas**, 2000.

LOPES, M. A., & CARVALHO, F. Custo de produção de gado de corte: uma ferramenta de suporte ao pecuarista. JORNADA TÉCNICA EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E CADEIA PRODUTIVA: TECNOLOGIA, GESTÃO E MERCADO, 1., Porto Alegre, 2006. **Anais**... Porto Alegre: UFRGS-DZNESPRO, 2006.

LOPES, P. R., ARAÚJO, K. C. S., FERRAZ, J. M. G., LOPES, I. M., &FERNANDES, L. G. Produção de café agroecológico no sul de Minas Gerais: sistemas alternativos à

produção intensiva em agroquímicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v7. n1 (2012).

LOPES, P. R.; ARAÚJO, K. C. S.; LOPES, I. M.; RANGEL, R. P.; SANTOS, N. F. F.;

MEAD, R. & CURNOW, R. N. **Estatística methods in agriculture and experimental biology**. 2. Ed. London, Chapman & Hall. 335 p.1990.

MELO, A. S.; COSTA, B. C.; BRITO, M. E. B.; AGUIAR NETO, A. O.; VIÉGAS, P. R. A. Custo e rentabilidade na produção de batata-doce nos perímetros irrigados de Itabaiana-Sergipe. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 2, p. 119-123, abr./jun. 2009.

SOUZA, J. B.M. **Planejamento da produção; Gestão do Agronegócio Café**. Apostila. Alegre/ES, 2015.

MERCANTE, F. M.; HUNGRIA, M.; MENDES, I. C.; JÚNIO, F. B. R.; ANDRADE, D. S. **Adubação Verde e plantas de cobertura no Brasil.** In: Fixação biológica de nitrogênio em adubos verdes, Brasília, DF: Embrapa, v. 1. 2014.

MOREIRA, R.M. **Transição agroecológica**: conceitos, bases sociais e a localidade de Botucatu/SP - Brasil. 2003. 151 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

SAGRILO, E.; LEITE, L. F. C.; GALVÃO, S. R. S.; LIMA, E. F. **Manejo Agroecológico do Solo**: os Benefícios da Adubação Verde. Embrapa Meio-Norte Teresina, PI 2009.

SILVA, A.L. da.; FARIA, M.A. de.; REIS, R.P. Viabilidade técnico-econômica do uso do sistema de irrigação por gotejamento na cultura do cafeeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, p.37-44, 2003.

SILVA, J.M.; REIS, R.P. Custos de produção do café na região de Lavras – MG: estudo de casos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.6, p.1287-1294, 2001.

WUTKE, E. B. Adubação verde: manejo de fitomassa e espécies utilizadas no Estado de São Paulo. In CURSO SOBRE ADUBAÇÃO VERDE NO INSTITUTO AGRONÔMICO, 1993, Campinas. [**Palestras**...]. Campinas: Instituto Agronômico, 1993. p. 17-19. (IAC. Documentos, 35).

ZANIN, A.; OENNING, V.; TRES, N.; KRUGER, S. D.; GUBIANI, C. A. Gestão das propriedades rurais do Oeste de Santa Catarina: as fragilidades da estrutura organizacional e a necessidade do uso de controles contábeis. **Revista Catarinense da Ciência Contábil**, v. 13, n. 40, p. 9-19, 2014.

RIOS, C,I.; SALAZAR, A. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, una fuente proteica alternativa para el tropico. **Livestock Research For Rural Development,** v. 6, p. 75-87, 1995.

FAVERO, c.. JUCKSCH, 1.; AL VARENGA, R. C.; COSTA, L. M. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 36, n.ll, p.1355-1362, 2001.