

AMANDA FIGUEIREDO GUEDES

**EFEITO RESIDUAL DE ADUBOS VERDES EM CULTIVOS DE CAFÉ E
FEIJÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de Magister Scientiae.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2015

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade Federal
de Viçosa - Campus Viçosa

T

G924e
2015 Guedes, Amanda Figueiredo, 1988-
Efeito residual de adubos verdes em cultivos de café e feijão /
Amanda Figueiredo Guedes. - Viçosa, MG, 2015.
ix, 46f. : il. ; 29 cm.

Orientador: Ricardo Henrique Silva Santos.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Adubação verde. 2. Leguminosa - Adubos e fertilizantes. 3.
Café - Adubos e fertilizantes. 4. Feijão - Adubos e fertilizantes. I.
Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Fitotecnia. Programa
de Pós-graduação em Fitotecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 631.874

AMANDA FIGUEIREDO GUEDES

**EFEITO RESIDUAL DE ADUBOS VERDES EM CULTIVOS DE CAFÉ E
FEIJÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

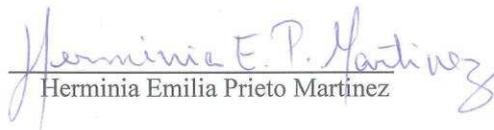
APROVADA: 16 de dezembro de 2015.



José Eustáquio de Souza Carneiro
(Coorientador)



Rodrigo Oliveira de Lima
(Coorientador)



Herminia Emilia Prieto Martínez



Tatiana Pires Barrella



Ricardo Henrique Silva Santos
(Orientador)

A Deus, por sua natureza e pela oportunidade da busca do trabalho do bem em minha vida. Ao mestre e amado Jesus pelos incansáveis ensinamentos que venho esforçando em aprender. A sua bondade é o meu maior objetivo. A nossa Mãe Maria de Nazaré pelo amor e proteção. Aos meus amigos espirituais pelo acompanhamento em minhas provações.

A minha Vovó Nadir pelos causos e sorrisos sempre com a minha chegada a casa; Aos meus Pais, Mariangela e Paulo César, pela compreensão, incentivo e persistência na confiança depositada a mim; Ao meu Pape, Reinaldo, pelos ensinamentos constantes; A minha irmã e meu irmão, Ana Paula e Felipe pela amizade e irmandade na vida; A minha Pequena e a todas as Boas Energias,

Gratidão

“Brilha sua luz pelas suas boas obras”

AGRADECIMENTOS

A Viçosa, cidade que eu escolhi viver e aprender com muito entusiasmo.

A Universidade Federal de Viçosa pelos ensinamentos durante os cursos desenvolvidos e por oferecer a diversidade de compartilhamento de idéias e ações para o aprendizado.

Ao Departamento de Fitotecnia pela oportunidade de desenvolver e aprender mais com o meio acadêmico.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pela concessão da bolsa de estudo e pelo financiamento dos trabalhos.

Ao meu orientador, Ricardo Santos, pela paciência e confiança em desenvolver os trabalhos propostos.

Aos meus coorientadores, José Eustáquio de Souza Carneiro e Rodrigo Oliveira de Lima, pela ajuda bem vinda frente às dúvidas e questionamentos constantes.

Ao meu grande amigo Chiquinho pela ajuda mais que necessária, de extrema importância, ao conduzir os experimentos e direcionar os pensamentos.

A minha grande amiga Izabel, pelos momentos de orientação, desabafo e amizade, além da sua presença, do Luiz e do Vinicius.

Aos amigos do laboratório de Agroecologia, pelo incentivo, ajuda, aprendizado e risadas. Em especial à Ellen, Thiago, Wander, Mateus, Filipe, Fábio, Mariana, Maristela, Denye, Jennifer, Sérgio, Colby, Santiago, Isauro, Ivan.

Aos meus amigos da FIT 611, Chuchus, pelo incentivo e ajuda (Webert, Lamara e Gabriel).

Ao pessoal da Horta Velha pela ajuda sempre constante nos plantios e colheitas.

Aos amig@s mais do que presentes, perto ou longe, pela amizade e cumplicidade na vida, Carlinha, Lala, Possu, Grazy, Bia, Dani, Lili, Thais, Sabrina's, Dedé, Icarozito, Belita, Vizinha, Gabi, Carol, Keka e Flor.

Ao pessoal da Chácara do Ipê e da família pirada que construi em Viçosa pelos momentos de alegria e de boas energias.

Aos amig@s do Centro Espírita Pronto Socorro Maria de Nazaré (PSEMIN) pelo trabalho, apoio e aprendizado na reforma íntima e na caridade.

E as pessoas que com sorrisos e boas energias fizeram com que o meu entusiasmo e vontade me impulsionassem para a concretização deste trabalho.

BIOGRAFIA

AMANDA FIGUEIREDO GUEDES, filha de Mariangela Aparecida Gonçalves Figueiredo e Paulo César Alves Guedes, nasceu no município de Juiz de Fora no estado de Minas Gerais em 13 de fevereiro de 1988.

Iniciou o curso de Agronomia em Março de 2007, na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, graduando-se em maio de 2013.

Realizou durante a graduação, entre os anos de 2011 e 2012, intercâmbio no Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, Portugal.

Em agosto de 2013 iniciou o curso de Mestrado em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, com área de concentração em Agroecologia.

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	viii
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS	3
CAPÍTULO 1. Efeito residual da <i>Crotalaria juncea</i> L. sobre novo cultivo de cafeeiro	7
Resumo.....	7
Introdução	8
Material e Métodos	10
Cultivo anterior de cafeeiro.....	11
Novo cultivo do cafeeiro em vasos	12
Resultados e Discussão	15
Conclusões	22
Referências	22
CAPÍTULO 2. Efeito residual do feijão-de-porco e do lablabe em duas épocas de cultivo de feijoeiro	27
Resumo.....	27
Introdução	28
Material e Métodos	30
Cultivo anterior do feijoeiro	33
Cultivos feijoeiro sob efeito residual	34
Conclusões	40
Referências	40
CONSIDERAÇÕES FINAIS	45

RESUMO

GUEDES, Amanda Figueiredo, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2015. **Efeito residual de adubos verdes em cultivos de café e feijão.** Orientador: Ricardo Henrique Silva Santos. Coorientadores: José Eustáquio de Souza Carneiro e Rodrigo Oliveira de Lima.

A pesquisa foi composta por dois experimentos. O primeiro experimento, descrito no capítulo 1 foi continuação de um experimento anterior com cafeeiro e teve como objetivo estudar o efeito residual do nitrogênio (N) proveniente da *Crotalaria juncea* L. em um novo cultivo com cafeeiro. O segundo experimento, detalhado no capítulo 2, teve como objetivo determinar a contribuição residual da lablabe (*Dolichos lablab*) e do feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) ao feijoeiro em duas épocas de cultivo. O experimento sob o efeito residual do nitrogênio da crotalária sobre um novo cultivo com cafeeiro foi conduzido em delineamento inteiramente ao acaso (DIC) com três tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram referentes aos tempos de cultivo anterior do cafeeiro, 5, 7 e 9 meses, sob efeito residual da leguminosa, nos mesmos recipientes. Não houve como estabelecer uma relação entre as variáveis (acúmulo de N, matéria seca, teor de N total nos órgãos do cafeeiro e no solo) com o efeito residual da crotalária no novo cultivo de cafeeiro. Em geral, para o novo cultivo de cafeeiro, o efeito residual do nitrogênio da *Crotalaria juncea* L. apresentou valores maiores na parte aérea do que nos outros órgãos. Os maiores teores de N total, de acúmulo de N e de matéria seca no novo cultivo de cafeeiro são encontrados nas folhas. Os maiores teores de N total no solo foram encontrados na profundidade de 20-40 cm, antes do plantio do novo cafeeiro sob efeito residual da massa da crotalária. O período de crescimento em altura do cafeeiro sob efeito residual da leguminosa foi influenciado positivamente pelo período de cultivo anterior, 5, 7 e 9 meses, em 11 meses do novo cultivo do cafeeiro. No experimento de cultivo de feijão sob efeito residual dos pré-cultivos em duas épocas, o delineamento utilizado foi de blocos casualizados (DBC), com os tratamentos arranjados em esquema de parcela subdividida, ou seja, duas épocas de plantio do feijoeiro (safra da seca e das águas) e os pré-cultivos (duas espécies de adubos verdes, lablabe (*Dolichos lablab*) e o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), além da testemunha, representada pelo cultivo sob a vegetação espontânea). O teor de N total, o número de vagens por planta, o número de grãos por vagem e o peso de 100 grãos do feijoeiro influenciaram positivamente na produtividade do feijoeiro. O feijão

sob efeito residual dos pré-cultivos, na safra “das águas”, apresenta maiores teores de N-total e número de grãos por vagens em comparação a época do feijão “da seca”. O número de vagens por planta do feijoeiro são maiores quando cultivado em área sob efeito residual do feijão-de-porco e do lablabe. A produtividade de grãos do feijoeiro é maior quando cultivado em área sob efeito residual do lablabe do que da área com vegetação espontânea. O efeito residual dos pré-cultivos lablabe e feijão-de-porco influencia positivamente o cultivo do feijoeiro na safra “das águas” e “da seca”.

ABSTRACT

GUEDES, Amanda Figueiredo, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, December, 2015. **Nitrogênio residual de adubos verdes em cultivos de café e feijão**. Adviser: Ricardo Henrique Silva Santos. Co-advisers: José Eustáquio de Souza Carneiro and Rodrigo Oliveira de Lima.

The research consisted of two experiments. The first experiment, described in Chapter 1 was continuation of previous experiment with coffee and had as objective to study the residual effect of nitrogen (N) from the *Crotalaria juncea* L. in a new crop with coffee. The second experiment, detailed in Chapter 2, had as objective to determine the residual contribution of the hyacinth bean (*Dolichos lablab*) and jack bean (*Canavalia ensiformis*) in two different growing seasons in the bean. The experiment under the influence of residual nitrogen crotalaria of coffee was conducted in a completely randomized design with three treatments and five replications. The treatments were related to the times of the previous coffee cultivation, 5, 7 and 9 months under legume residual legume in the same container. There was no way to establish a relationship between the variables (N accumulation, dry matter, total N content in coffee agencies and soil) with the residual effect of crotalaria the new crop of coffee. In general, for the new coffee, the residual effect of the nitrogen *Crotalaria juncea* L. showed higher values in shoots than in other organs. The greatest N levels, N accumulation and dry matter in the new coffee cultivation are found in the leaves. The greatest N levels in the soil were found at a depth of 20-40 cm before planting new coffee under the residual effect of legume matter. The period of growth in height of coffee under the residual effect of the legume was positively influenced by the previous growing season, 5, 7 and 9 months, in 11 months of the new crop of coffee. In the experiment of bean under the residual effect of pre-crops in two seasons, the design was a randomized block with treatments arranged in a split plot scheme, in others word, two planting dates of bean (harvest waters and drought) and pre-crops (two species of green manure, hyacinth bean and jack bean, and the control, represented by the cultivation under the spontaneous vegetation). The total N content, the number of pods per plant, the number of grains per pod and weight of 100 grains bean positive influence on bean productivity. The beans under the residual effect of pre-crops, the harvest of the waters, presents higher N-total content and number of grains per pod compared the time of beans droughts. The number of pods per bean plant are higher when grown in the area under the residual effect of the

hyacinth bean and jack bean. The common bean grain is greater when cultivated in an area under the residual effect of hyacinth bean than the area with natural vegetation. The residual effect of pre-crops hyacinth bean and jack bean positively influenced the bean cultivation in the harvest water and dry.

INTRODUÇÃO GERAL

As culturas agrícolas, em geral, demandam uma grande quantidade de nutrientes indispensáveis para o seu crescimento vegetativo e reprodutivo. Os nutrientes podem ser provenientes dos estoques dos solos, via adubação ou ainda da mineralização de resíduos provenientes de cultivos anteriores. Um dos tipos de adubação que pode favorecer nutrientes residuais a culturas posteriores é a adubação verde. Dentre as espécies estudadas como adubos verdes, as leguminosas são as que despertam maior interesse, por estabelecerem relações simbióticas com bactérias fixadoras e incorporarem nitrogênio atmosférico ao agroecossistema (GAMA-RODRIGUES et al., 2007).

A adubação verde apresenta efeitos benéficos sobre aspectos químicos, físicos e biológicos dos solos (FERREIRA et al., 2011;. CUNHA et al., 2012;. FERREIRA & MARTIN-DIDONET, 2012) e contribui para as culturas consorciadas ou em sucessão com N fixado biologicamente (OVALLE et al., 2010), e com outros nutrientes contidos na biomassa (FIDALSKI & CHAVES, 2010; VILELA et al. 2011). Pela mineralização de suas folhas, caules, raízes, nódulos e exsudados radiculares que os adubos verdes disponibilizam os nutrientes presentes na biomassa, como o nitrogênio (N).

A disponibilização de N proveniente do adubo verde ao longo do tempo pode ser variável, pois uma parte deste nutriente é prontamente mineralizada, outra parcela pode ser perdida por lixiviação e volatilização, e uma terceira fração pode ficar imobilizada no solo, sendo disponibilizada somente em cultivos subsequentes (DINIZ et al., 2011). Porém, a eficiência dos adubos verdes em disponibilizar N para as culturas, comparada à dos fertilizantes minerais, ainda é baixa (Silva et al., 2008). Estudos demonstraram o potencial das leguminosas em substituir parcialmente a adubação nitrogenada em cafeeiro (BERGO et al., 2006; RICCI et al., 2005; THEODORO et al., 2009; PAULO et al., 2006; BARRELLA, 2010). O N derivado da leguminosa (N-leg) absorvido pelas culturas raramente ultrapassa 20% no primeiro cultivo após a aplicação (SCIVITTARO et al., 2000; SILVA et al., 2006a). Contudo, dependendo da decomposição do tipo de material verde na adubação dos cultivos, o efeito pode se estender por outros ciclos produtivos além da primeira cultura subsequente, caracterizando como efeito residual e beneficiando os ciclos seguintes.

A decomposição dos adubos verdes pode ser variável dependendo da espécie, das condições climáticas e do tipo de cultivo. Tanto a crotalária, quanto o sorgo forrageiro, apresentam diferentes relações C/N que influenciam diretamente na

decomposição do seu material presente na superfície ou incorporado ao solo, e ainda na liberação dos nutrientes para as culturas (FERREIRA et al., 2011). Neste estudo, ambas as leguminosas acumularam a mesma quantidade de N e a decomposição da palhada foi influenciada pelo tipo de manejo do solo, sendo mais reduzida no sistema de plantio direto, mas influenciando positivamente a produtividade do feijoeiro.

Pesquisa de Cardoso (2013b) demonstrou que o tempo de decomposição da massa de matéria seca e da mineralização do N intensificava à medida que adia o corte do feijão-de-porco na entrelinha do cafeeiro. Diniz et al. (2014) explica que os processos que envolvem a decomposição do adubo verde e da mineralização do N contido no material vegetal podem estar diretamente relacionados com o fator de quantidade de massa e, conseqüentemente, com a quantidade de N aplicada.

Analisando a combinação dos adubos verdes com fertilizantes inorgânicos, Ambrosano et al. (2011) obteve maiores produtividades da cana-de-açúcar do que qualquer outra fonte de N aplicada separadamente. Os tratamentos que receberam o cultivo das leguminosas, antes do cultivo da cana-de-açúcar, apresentaram menor queda na produtividade até o terceiro corte comparado a testemunha, sendo que o tratamento com *Crotalaria juncea* L. foi destaque na produtividade média dos cinco anos. Os mesmos autores relatam que a recuperação do N do sulfato de amônio foi maior no primeiro ano, ao passo que, as plantas recuperaram mais N proveniente da adubação verde no segundo ciclo produtivo, resultando em maiores rendimentos do cultivo de cana-de-açúcar. Já com a cultura do milho, os autores relatam que 45,4% do N no milho eram provenientes da parte aérea de crotalaria usada como único adubo e 16,5% a 23,4% quando suplementado com diferentes doses de ureia (SILVA et al., 2009).

Para a seqüência de cultivos de brócolis, abobrinha e milho – estes últimos não adubados- houve aproveitamento total de 50,3% do N proveniente da *Crotalaria juncea* (Vargas, 2012). Do total de N presente na leguminosa, 28,50% foi absorvido pelos brócolis, 16,22% pela abobrinha e 5,58% pelo milho, caracterizando o efeito residual para além da primeira cultura. Outro estudo com resíduos vegetais em sistemas de rotações de arroz-trigo por seis cultivos seqüenciais (três anos agrícolas) evidencia que aproximadamente 15% do ¹⁵N proveniente dos resíduos vegetais foram recuperados pelas culturas, enquanto 85% permaneceram no solo (Chen et al., 2010). Uma parte do N, originalmente mineralizado, pode constituir formas orgânicas no solo, sendo remineralizado posteriormente (SILVA et al., 2008; CHEN et al., 2010). Matos et al. (2008), estudando e avaliando o potencial de imobilização e mineralização do N

proveniente das leguminosas no solo em um período de sete semanas, observou que a maior mineralização desses resíduos ao solo foi na primeira semana e na sétima semana, e que ocorreu imobilização na terceira e na quinta semana. Depois deste período de imobilização, o N voltou a ser mineralizado, estando potencialmente disponível às culturas.

Esses resultados evidenciam o significativo efeito residual dos adubos verdes, os quais poderiam ser demonstrados em cultivos sequenciais na mesma área. Torna-se necessário, diante disso, a quantificação e o monitoramento do efeito residual da adubação verde em outros cultivos posteriores, visando aumentar o conhecimento científico e os possíveis benefícios do seu emprego nos sistemas de cultivos.

Diante de exposto, os trabalhos que compõem esta dissertação tiveram como objetivo avaliar o efeito residual da crotalária em um novo cultivo de cafeeiro e o efeito residual do feijão-de-porco e lablabe sobre cultivo de feijoeiro em diferentes épocas.

REFERÊNCIAS

- AMBROSANO, E. J.; CANTARELLA, H.; AMBROSANO, G.M.B.; SCHAMMAS, E.A.; DIAS, F.L.F.; ROSSI, F.; TRIVELIN, P.C.O.; MURAOKA, T.; CARUSO SACHS, R.C.C.; AZCÓN, R. (2011). Produtividade da cana-de-açúcar após o cultivo de leguminosas. **Bragantia**, 70, 4: 810-818.
- BARRELLA, T.P. **Manejo de espécies de leguminosas em cafezal sob cultivo orgânico**. 2010. 105 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, MG, 2010.
- BERGO, L.C.; PACHECO, E.P., MENDONÇA, H.A.; MARINHO, J.T.S. (2006). Avaliação de espécies leguminosas na formação de cafezais no segmento da agricultura familiar no Acre. **Acta Amazônica**, 36: 19-24.
- CARDOSO, R.G.S. **Período de consorciação de lablabe e feijão-de-porco com cafeeiros e trapoeraba**. 2013b. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2013b.
- CHEN, Y.; WU, C.; TANG, X.; YANG, S.; WANG, J. (2010). Fate of nitrogen from organic and inorganic sources in rice-wheat rotation cropping system. **Agricultural Sciences in China**, 9: 1017-1025.

- CUNHA, E.Q.; STONE, L.F.; FERREIRA, E.P.B.; DIDONET, A.D.; MOREIRA, J.A.A. (2012). Physical, chemical and biological attributes of soil under organic production as impacted by crop systems. (In Portuguese, with English abstract.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 16: 56–63.
- DINIZ, E.R.; VARGAS T.O.; PEREIRA, W.D.; GUEDES, A.F.; SANTOS, R.H.S.; PETERNELLI, L.A. (2014). Decomposição e mineralização do nitrogênio proveniente do adubo verde *Crotalaria juncea*. **Científica**, 42(1): 51-59.
- DINIZ, E.R. **Efeito de doses de adubo verde em cultivos sucessivos de brócolis, abobrinha e milho**. 2011. 101 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia)- Universidade Federal de Viçosa, MG, 2011.
- FERREIRA, E. P. B.; MARTIN-DIDONET, C. C. G. (2012). Mulching and cover crops effects on the soil and rhizosphere-associated bacterial communities in field experiment. **Journal of Agricultural Science and Technology**, 14: 671-681.
- FERREIRA, E. P de, B.; STONE, L. F.; PARTELLI, F. L.; DIDONET, A. D. (2011). Produtividade do feijoeiro comum influenciada por plantas de cobertura e sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 15(7): 695-701.
- FERREIRA, E.P.B., WENDLAND, A.; DIDONET, A.D. (2011). Microbial biomass and enzyme activity of a Cerrado Oxisol under agroecological production system. **Bragantia**, 70:899–907.
- FIDALSKI, J.; CHAVES, J. C. D. (2010). Respostas do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) IAPAR-59 à aplicação superficial de resíduos orgânicos em um latossolo vermelho distrófico típico. **Coffee Science**, 5:75-86.
- GAMA-RODRIGUES, A. C.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; BRITO, E. C. (2007). Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de plantas de cobertura em argissolo vermelho-amarelo na região noroeste fluminense (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 31: 1421-1428.
- MATOS, E.S.; MENDONÇA, E.S.; LIMA, P.C.; COELHO, M.S.; MATEUS, R.F.; CARDOSO, I.M. (2008). Green manure in coffee systems in the region of Zona da Mata, Minas Gerais: characteristics and kinetics of carbon and nitrogen mineralization. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32: 2027-2035.

- OVALLE, C.; POZO, A.; PEOPLES, M.B.; LAVÍN, A. (2010). Estimating the contribution of nitrogen from legume cover crops to the nitrogen nutrition of grapevines using a ^{15}N dilution technique. **Plant Soil**, 334:247-259.
- PAULO, E.M.; BERTON, R.S.; CAVICHIOLI, J.C.; BULISANI, E.A.; KASAI, F.S. (2006). Produtividade do cafeeiro Mundo Novo enxertado e submetido à adubação verde antes e após recepa da lavoura. **Bragantia**, 65: 115-120.
- RICCI, M.S.F.; ALVES, B.J.R.; MIRANDA, S.C.; OLIVEIRA, F.F. (2005). Growth rate and nutritional status of an organic coffee cropping system. **Scientia Agricola**, 62: 138-144.
- SCIVITTARO, W.B.; MURAOKA, T.; BOARETTO, A.E.; TRIVELIN, P.C.O. (2000). Utilização de nitrogênio de adubos verde e mineral pelo milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 24: 917-926.
- SILVA, E.C, MURAOKA, T., VILLANUEVA, F.C.A. & ESPINAL, F.S.C. (2009). Aproveitamento de nitrogênio pelo milho, em razão da adubação verde, nitrogenada e fosfatada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 44: 118-127.
- SILVA, E.C.; MURAOKA, T.; BUZETTI, S.; ESPINAL, F.S.C.; TRIVELIN, P.C.O. (2008). Utilização do nitrogênio da palha de milho e de adubos verdes pela cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32: 2853-2861.
- SILVA, E.C.; MURAOKA, T.; BUZETTI, S.; TRIVELIN, P.C.O. (2006a). Manejo de nitrogênio no milho em Latossolo Vermelho sob plantio direto com diferentes plantas de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 41: 477-486.
- SILVA, E.C.; MURAOKA, T.; BUZETTI, S.; VELOSO, M.E.C.; TRIVELIN, P.C.O. (2006b). Aproveitamento do nitrogênio (^{15}N) da crotalária e do milheto pelo milho sob plantio direto em Latossolo Vermelho de Cerrado. **Ciência Rural**, 36: 739-746.
- THEODORO, V. C. A.; MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, R. J. (2009). Resposta de lavouras cafeeiras em transição agroecológica a diferentes manejos de solo. **Coffee Science** 4: 56-66.
- VARGAS, T.O. **Contribuição do N proveniente de partes de adubos verdes em cultivos sucessivos**. 2012. 38p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2012.

VILELA, E.F.; FREITAS, M.R.C.; PIANO, P.B.; SANTOS, R.H.S; MENDONÇA, E.S. (2011). Crescimento inicial de cafeeiros e fertilidade do solo adubado com mucuna, amendoim forrageiro ou sulfato de amônio. **Coffee Science**, 6: 27-35.

CAPÍTULO 1

Efeito residual da *Crotalaria juncea* L. sobre novo cultivo de cafeeiro

Resumo

Objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento inicial de um novo cultivo de cafeeiros em vasos sob efeito residual do nitrogênio da adubação com *Crotalaria juncea* L.. O experimento foi conduzido, posteriormente ao primeiro cultivo de cafeeiro, em casa de vegetação na Horta Velha da UFV, no período de abril/2014 a março/2015, com plantas de café (*Coffea arabica* L. cv. Catuaí 44) em vasos de 62 dm³ contendo material vegetal residual da *C. juncea* L. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente ao acaso com três tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram referentes aos tempos de cultivo anterior do cafeeiro, 5, 7 e 9 meses, nos mesmos recipientes. Foram avaliados o teor de nitrogênio total da planta e do solo, o acúmulo de matéria seca e de nitrogênio nos órgãos do cafeeiro. As avaliações de crescimento foram realizadas durante o cultivo do cafeeiro, mensalmente, medindo-se a altura da planta, o diâmetro do colo, o número de nós nos ramos ortotrópicos e de nós nos ramos plagiotrópicos, e a quantidade de folhas presentes nos ramos plagiotrópicos. Os teores de nitrogênio total (%), acúmulo de nitrogênio (g/planta) e matéria seca (g/planta) foram maiores na parte aérea dos cafeeiros. No solo, a profundidade de 20-40 cm apresentou maiores teores de N no início do cultivo e contribuiu no aproveitamento deste nutriente para o crescimento dos cafeeiros no segundo cultivo. Não houve como estabelecer uma relação entre as variáveis (acúmulo de N, matéria seca, teor de N total nos órgãos do cafeeiro e no solo) com o efeito residual da crotalária no novo cultivo de cafeeiro. Os maiores teores de N total, de acúmulo de N e de matéria seca no novo cultivo de cafeeiro é encontrado nas folhas. Os maiores teores de N total no solo foi encontrado na profundidade de 20-40 cm, antes do plantio do novo cafeeiro sob efeito residual da massa da crotalária. O período de crescimento em altura do cafeeiro sob efeito residual da leguminosa foi influenciado positivamente pelo período de cultivo anterior, 5, 7 e 9 meses em 11 meses do novo cultivo do cafeeiro. Os teores de N do solo influenciam no crescimento dos cafeeiros sob efeito residual da crotalária após os tempos de cultivo anterior do cafeeiro. O crescimento em altura do cafeeiro sob efeito residual da leguminosa foi influenciado positivamente pelo período de cultivo anterior do cafeeiro.

Palavras-chaves: Solo; Coffea arabica; Nitrogênio Residual.

Introdução

O uso das leguminosas na adubação verde proporciona biomassa de qualidade aos cafezais, contribui para a manutenção e incremento da matéria orgânica, aumenta a cobertura do solo nas entrelinhas do cafeeiro, e beneficia a ciclagem de nutrientes entre camadas do solo, possibilitando a liberação de nutrientes, principalmente o nitrogênio, para reduzir os custos de produção da cultura (BALOTA & CHAVES, 2011; CARDOSO et al., 2013).

A maior demanda de N nos cafeeiros ocorre na primavera-verão, no período compreendido entre os meses de dezembro a março, com acúmulo de mais de 80% do N nos estádios de expansão rápida e granação dos frutos do cafeeiro (LAVIOLA et al., 2008), com respostas positivas da produtividade à adubação nesse intervalo (BARTHOLO et al., 2003; FENILLI et al., 2007b). Para atender essa demanda, sem afetar o crescimento e a produção do cafeeiro durante os ciclos consecutivos, é necessária a mineralização do N sincronizada com a demanda do cafeeiro.

A mineralização de N é intensa na fase inicial de decomposição das leguminosas, atingindo 32% de N liberado nos primeiros 15 dias por quatro leguminosas diferentes (*Arachis pintoi*, *Calopogonium mucunoides*, *Stylozanthes guyanensis* e *Stizolobium aterrimum*), na Zona da Mata de Minas Gerais (MATOS et al., 2008). Na mesma região, outro estudo com o emprego de sete espécies de leguminosas (*Crotalaria juncea* L., *Cajanus cajan*, *Dolichus lablabe*, *Stylobium aterrimum*, *Calopogonium mucunoides*, *Arachis pintoi* e *Stylozanthes guyanensis*) em quatro propriedades de agricultores familiares, a decomposição da biomassa das leguminosas foi maior entre os 15 a 30 dias, sendo que aos 60 dias, 50% da matéria seca foi decomposta (LIMA et al., 2009b). Além disso, tanto a crotalária como o guando-anão acumularam mais nutrientes na matéria seca dos que os demais, sendo 294 kg de N/ha e 382 kg de N /ha respectivamente, sugerindo que pelo menos uma dessas leguminosas seria capaz de fornecer mais da metade da quantidade de N requerida pelo cafeeiro para níveis de produtividades entre 30 a 40 sacas/ha.

Estudo que avaliou a decomposição das leguminosas feijão-de-porco e a lablabe consorciadas com o cafeeiro na região da Zona da Mata Mineira durante dois anos, constatou decomposição da matéria seca mais lenta que a mineralização do N, à medida

que aumentava o tempo de cultivo das leguminosas (BARRELLA, 2010). Diferente resultado foi encontrado pelo trabalho de Cardoso (2013), na mesma região e com as mesmas espécies de leguminosas, relatando decomposição mais rápida da massa do que a mineralização do N do feijão-de-porco e lablabe. Avaliando a taxa de decomposição e o potencial de mineralização do N da *Crotalaria juncea* L., Diniz et al. (2014) concluíram que se a adubação verde for direcionada para sincronizar o fornecimento de N com demanda ao longo do ciclo de culturas, tanto para culturais anuais quanto para olerícolas, a aplicação de maiores doses fornecerá maior quantidade de N embora não em proporção às doses, sendo que o tempo de meia vida do N no material cortado é de menos de duas semanas.

A mineralização dos nutrientes é afetada por diversos processos, como a imobilização e a mineralização, sendo estes, muitas vezes controlados por agentes climáticos e características dos materiais vegetais, o que faz com que seus benefícios não sejam imediatos, influenciando diretamente no aproveitamento do nitrogênio pelas culturas (HASEGAWA et al., 2000). A parte do N não absorvido pode ser realocada para compor as frações da matéria orgânica do solo ou imobilizada pela microbiota, sendo remineralizada em cultivos subsequentes na mesma área.

ARAÚJO et al., (2014), estudando cafeeiros conduzidos em vasos adubados com feijão-de-porco por 2 anos consecutivos constataram que os teores foliares de N derivado da leguminosa na folha do cafeeiro foram de 3,5% e 10,74%, proporcionais às doses respectivas de 148 e 584 g/vaso de matéria seca da leguminosa.

Contudo, a disponibilização de nutrientes derivados das leguminosas em períodos mais longos e a absorção pelo cafeeiro, aqui chamada de efeito residual, ainda é pouco investigada. A hipótese deste trabalho é que os nutrientes, especialmente o N da crotalária, possam ser disponibilizados em período de tempo mais longo e contribuir para o crescimento das culturas, caracterizando o efeito residual desta leguminosa sobre um novo cultivo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito residual do nitrogênio da *Crotalaria juncea* L. sob o crescimento inicial dos diferentes órgãos do cafeeiro e sua distribuição nas diferentes profundidades do solo em um novo cultivo de café.

Material e Métodos

O presente experimento refere-se a novo cultivo de cafeeiro, após o cultivo de cafeeiro fertilizado com *Crotalaria juncea* L.. Na Figura 1 é apresentada uma sequência cronológica dos cultivos.

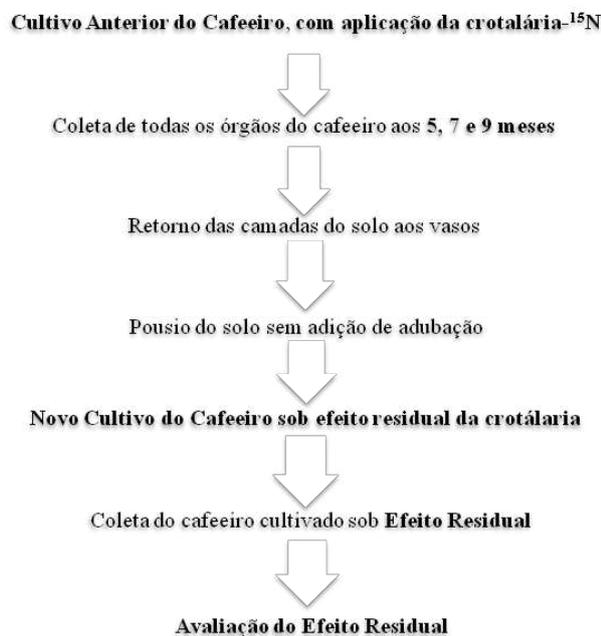


Figura 1. Descrição da sequência dos cultivos com cafeeiro.

Ambos os cultivos foram instalados em casa de vegetação, em vasos contendo solo com textura argila-arenosa, na Horta de Pesquisa pertencente ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa - MG. As coordenadas geográficas do local são 20°45'14" S e 42°52'53" O. Esta área está a 648 metros de altitude acima do nível do mar. O clima de Viçosa é classificado como tropical de altitude e segundo a classificação de Köppen é do tipo Cwa, com temperatura média anual de 19 °C e a precipitação média anual de 1.300 mm, apresentando no inverno, clima frio e seco e no verão, apresenta-se quente e chuvoso, com temperatura média de 20,22 °C, sendo a média máxima de 26,84 °C e a média mínima de 15,97 °C. Foram coletados dados de temperaturas máxima, ambiente e mínima obtidas no ambiente protegido. Em ambos os cultivos, os vasos foram irrigados para manter a umidade do solo entre 70 e 80% da sua capacidade de campo, medida pelo sensor dielétrico ECH₂O, que foi calibrado conforme Miranda et al. (2007). Durante as irrigações no vaso, a água percolada voltava novamente para os vasos.

Os detalhes dos dois cultivos são apresentados a seguir:

Cultivo anterior de cafeeiro

O cultivo anterior com plantas de café (*Coffea arabica* L. cv. Catuaí 44) foi implantado em janeiro de 2013 utilizando vasos de 62 dm³ preenchidos com solo de textura argila-arenosa previamente adubados com 65 g de P₂O₅ por vaso (50% como superfosfato simples e 50% como fosfato natural reativo) misturado ao solo (recomendação de Guimarães et al., 1999). Inicialmente, o solo utilizado nos vasos apresentou uma densidade de 1,19 kg dm⁻³ e uma amostra foi retirada em duas profundidades, 0 a 20 cm e 20 a 40 cm. As características químicas do solo da área original estão reunidas na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas do solo utilizado no experimento inicial.

Profundidade (cm)	pH H ₂ O	K mg dm ⁻³	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	cmol _c dm ⁻³			
						H+Al	SB	(t)	(T)
0-20	5,94	165	3,20	0,75	0	2,9	4,37	4,37	7,27
20-40	5,71	66	2,57	4,77	0	3,9	7,51	7,51	11,41
Profundidade (cm)	V %	N dag kg ⁻¹	MO	P-rem mg L ⁻¹	Zn	Fe	Mn	Cu	S
0-20	60,1	0,14	3,23	34	4,97	96,2	89,8	3,22	5,4
20-40	65,8	0,12	2,45	31,6	1,49	65,2	49,3	1,68	7,8

pH em H₂O, KCl e CaCl₂ – Relação 1:2,5; P, K, Fe, Zn, Mn, Cu: extrator Mehlich-1; Ca, Mg, Al: extrator KCl 1 mol L⁻¹; H + Al, extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol L⁻¹ – pH 7,0; S: extrator Fosfato monocalcário em ácido acético; SB = Soma de Bases Trocáveis; CTC (t) = Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; CTC (T) = Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V = Índice de Saturação de Bases; MO = matéria orgânica pelo método Walkley & Black (C. Org. x 1,724). P-rem = Fósforo Remanescente.

Dois meses após o transplântio das mudas de cafeeiros, os vasos receberam uma adubação nitrogenada de cobertura com sulfato de amônio e material vegetal da *Crotalaria juncea* L. marcada com ureia enriquecida ¹⁵N. Foram também fornecidos em cobertura 10 g de K₂O por planta, parcelados em quatro aplicações de sulfato de potássio.

A adubação nitrogenada disponibilizou 6 g de N/planta, sendo que 60% desse nitrogênio foi fornecido via sulfato de amônio e 40% na forma de matéria seca da parte aérea da crotalaria, correspondendo a 280 g/vaso e 4,75 ton ha⁻¹. A leguminosa apresentava concentração de 3,4% de N na matéria seca.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três tratamentos e cinco repetições, sendo cada tempo de cultivo do cafeeiro correspondente a um

tratamento. Os cafeeiros foram cultivados por 5, 7 e 9 meses após o plantio, quando foram completamente retirados dos vasos.

A avaliação da contribuição da adubação verde sobre a nutrição dos cafeeiros deste primeiro cultivo foi realizada em três épocas, com retirada de partes do cafeeiro (parte aérea, ramos e raízes) aos 5, 7 e 9 meses após o plantio e submetidas a análises.

O solo, retirado em camadas para recuperar as raízes do cafeeiro, foi retornado nas mesmas camadas para os vasos. Estes vasos ficaram em pousio até um novo cultivo.

Novo cultivo do cafeeiro em vasos

Um novo cultivo foi implantado em abril de 2015, nos mesmos vasos do cultivo anterior, com plantio de novos cafeeiros, da mesma cultivar utilizada no experimento anterior (*Coffea arabica* L. cultivar Catuaí 44) sem acréscimo adicional de adubação.

O experimento seguiu o mesmo tipo de delineamento do cultivo anterior com três tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram referentes aos tempos de cultivo anterior do cafeeiro, 5, 7 e 9 meses, sob efeito residual da leguminosa (*Crotalaria juncea* L.).

A avaliação da contribuição residual da crotalária sobre a nutrição dos cafeeiros foi realizada com a coleta e análise da planta inteira, além das coletas de solos antes e após o novo cultivo nas profundidades de 0-10 cm, de 10-20 cm e 20-40 cm.

As avaliações das características químicas do solo foram feitas antes do novo cultivo através da retirada de amostras nos vasos contendo solo dos tratamentos para a determinação das seguintes características químicas: pH (H₂O), K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, acidez potencial (H+Al), soma das bases trocáveis (SB), capacidade de troca de cátions efetiva (t) e total (T), e saturação por bases (V) (Tabela 2, 3 e 4).

Tabela 2. Características químicas do solo antes do novo cultivo nos vasos do tratamento de 5 meses de cultivo anterior do cafeeiro.

Profundidade	pH	K	P-rem	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	(t)	(T)	V
(cm)	H ₂ O	mg dm ⁻³									%
0-10	4,4	530	43,6	5,4	0,7	0,1	7,10	7,46	7,56	14,56	51
10-20	4,4	590	41,2	8,3	1,0	0,1	7,10	10,81	10,91	17,91	60
20-40	4,6	410	32,8	4,1	0,9	0	4,95	6,05	6,05	11	55

pH em H₂O, KCl e CaCl₂ – Relação 1:2,5; P, K:extrator Mehlich-1; Ca, Mg, Al: extrator KCl 1 mol L⁻¹; H + Al, extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol L⁻¹ – pH 7,0; SB = Soma de Bases Trocáveis; CTC (t) = Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; CTC (T) = Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V = Índice de Saturação de Bases; P-rem = Fósforo Remanescente.

Tabela 3. Características químicas do solo antes do novo cultivo nos vasos do tratamento de 7 meses de cultivo anterior do cafeeiro.

Profundidade	pH	K	P-rem	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	(t)	(T)	V
(cm)	H ₂ O	mg dm ⁻³									%
0-10	4,4	490	43,6	8,1	0,6	0,1	7,59	9,95	10,05	17,54	57
10-20	4,4	500	41,2	6,8	0,8	0,1	6,11	8,88	8,98	14,99	59
20-40	4,5	390	30,4	4,1	0,9	0,1	5,12	6,00	6,10	11,12	54

pH em H₂O, KCl e CaCl₂ – Relação 1:2,5; P, K:extrator Mehlich-1; Ca, Mg, Al: extrator KCl 1 mol L⁻¹; H + Al, extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol L⁻¹ – pH 7,0; SB = Soma de Bases Trocáveis; CTC (t) = Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; CTC (T) = Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V = Índice de Saturação de Bases; P-rem = Fósforo Remanescente.

Tabela 4. Características químicas do solo antes do novo cultivo nos vasos do tratamento de 9 meses de cultivo anterior do cafeeiro.

Profundidade	pH	K	P-rem	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	(t)	(T)	V
(cm)	H ₂ O	mg dm ⁻³									%
0-10	4,4	530	43,6	10,9	0,8	0,2	7,59	13,06	13,26	20,56	63
10-20	4,5	510	39,1	5,5	0,9	0,2	5,12	7,70	7,90	12,82	60
20-40	4,6	420	31,5	4,2	0,8	0,1	3,79	6,07	6,17	9,86	62

pH em H₂O, KCl e CaCl₂ – Relação 1:2,5; P, K:extrator Mehlich-1; Ca, Mg, Al: extrator KCl 1 mol L⁻¹; H + Al, extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol L⁻¹ – pH 7,0; SB = Soma de Bases Trocáveis; CTC (t) = Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; CTC (T) = Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; V = Índice de Saturação de Bases; P-rem = Fósforo Remanescente.

Para efeito de análise do teor de N total no solo, considerou-se o delineamento inteiramente casualizado, com tratamentos arranjos em esquema de parcela sub-subdividida, ou seja, três períodos de crescimento anterior do cafeeiro sob efeito residual da leguminosa, três profundidades (0-10 cm, 10-20 cm e 20-40 cm) e duas épocas (antes e após o novo cultivo). O solo foi coletado com trado tipo sonda, coletando-se cinco amostras simples por repetição. As amostras de solo foram levadas à sombra para secagem e passadas em peneira de 2 mm, obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA). Após esse procedimento, foram determinados os teores de N-total no solo. O teor de N total foi determinado por destilação a vapor seguindo o método adaptado de Bremner & Mulvaney (1982) e Tedesco et al. (1995) citados por Mendonça & Matos (2005). Os resultados foram comparados com as amostras de solo antes da instalação do novo cultivo do cafeeiro e ao término deste.

Nas mesmas profundidades, amostras de solo foram coletadas no início e no final do novo cultivo para determinação da densidade de solo pelo método do anel volumétrico, de acordo com Embrapa (2011) (Tabela 5).

Tabela 5. Densidade do solo em diferentes profundidades referentes aos tratamentos.

Tratamentos	Profundidades do solo	Densidade do solo inicial (g cm⁻³)	Densidade do solo final (g cm⁻³)
5 meses	0-10 cm	1,27	1,20
7 meses		1,36	1,21
9 meses		1,42	1,24
5 meses	10-20 cm	1,40	1,25
7 meses		1,45	1,28
9 meses		1,47	1,27
5 meses	20- 40 cm	1,54	1,42
7 meses		1,57	1,44
9 meses		1,47	1,29

Foram realizadas avaliações de crescimento do cafeeiro durante o novo cultivo, mensalmente, medindo-se a altura da planta (cm), o diâmetro do caule (cm), o número de nós nos ramos ortotrópicos e nos ramos plagiotrópicos, e a quantidade de folhas presentes nos ramos plagiotrópicos. Foi identificado um ramo plagiotrópico, no terço médio da planta, onde foi quantificado o número de folhas por ramo.

A última avaliação foi realizada pela coleta destrutiva de todo o cafeeiro após 11 meses de cultivo, no mês de março de 2015, para a determinação da matéria seca, do teor de N em cada órgão (raízes, ramo ortotrópico, ramo plagiotrópico e folhas) e da planta inteira, além do acúmulo total de N na planta inteira e nos seus órgãos do N proveniente da leguminosa. Toda a planta foi pesada e amostras dos órgãos foram secas em estufa a 65 °C até massa constante, para a determinação de umidade e da matéria seca. As amostras foram trituradas em moinho Tipo Wiley e o teor de N-total determinado pelo método Kjeldahl.

Os dados foram submetidos à análise descritiva e de regressão. Em relação à análise descritiva foi calculado a média, a variância, o desvio padrão, o coeficiente de variação experimental, o erro padrão da média de cada análise referente à matéria seca, acúmulo de nitrogênio e teor de N nas partes do cafeeiro. A análise de regressão foi realizada para as características de crescimento do cafeeiro (altura, diâmetro, números de ramos) com auxílio do programa de Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG, 2007).

Resultados e Discussão

No primeiro cultivo de cafeeiro fertilizado com crotalária (ROCHA E SANTOS, 2015), a adubação verde foi suprida na quantidade de 282,35 g de matéria seca da crotalária, correspondendo a 6g/N da leguminosa enriquecida com ^{15}N por vaso de cafeeiro. A quantidade de N derivado da leguminosa no cafeeiro foi ascendente à medida que aumentou o tempo de crescimento do cafeeiro sobre a influência da leguminosa, sendo de 0,15 g ^{15}N /planta aos 5 meses; 0,24 g ^{15}N para a planta aos 7 meses e 0,40 g ^{15}N para a planta aos 9 meses. A matéria seca, conteúdo de N e teor de N total aumentaram à medida que a permanência da crotalária contida no vaso era mais longa (NETO, F.L.M.- dados não publicados).

No presente trabalho, como a análise de regressão não foi significativa, não foi possível estabelecer uma relação entre as variáveis (matéria seca, acúmulo de N, teor de N total nos órgãos do cafeeiro e no solo) com o efeito residual da crotalária no novo

cultivo de cafeeiro. O que podemos afirmar é que o maior acúmulo do N ocorreu nas folhas comparado as demais partes do cafeeiro (Figura 2), já que é um órgão responsável por grandes demandas de N (Taiz & Zaiger, 2010). As folhas de cafeeiros têm seu crescimento afetado principalmente pelas variações de temperatura e disponibilidade hídrica. Como foram controladas essas duas variáveis, a folha continuou acumulando uma quantidade de N maior do que os demais órgãos, por ser o dreno principal da planta.

No experimento presente, novo cultivo de café sob efeito residual da crotalária, as folhas foram os órgãos dos cafeeiros que recebem as maiores quantidades de N e demonstraram ser os órgãos que mais demandam este nutriente (Fenilli et al., 2007), indo também ao encontro dos resultados achados no experimento anterior com cafeeiro na presença da leguminosa, onde a maior concentração de N foi nas folhas (ROCHA E SANTOS, 2014).

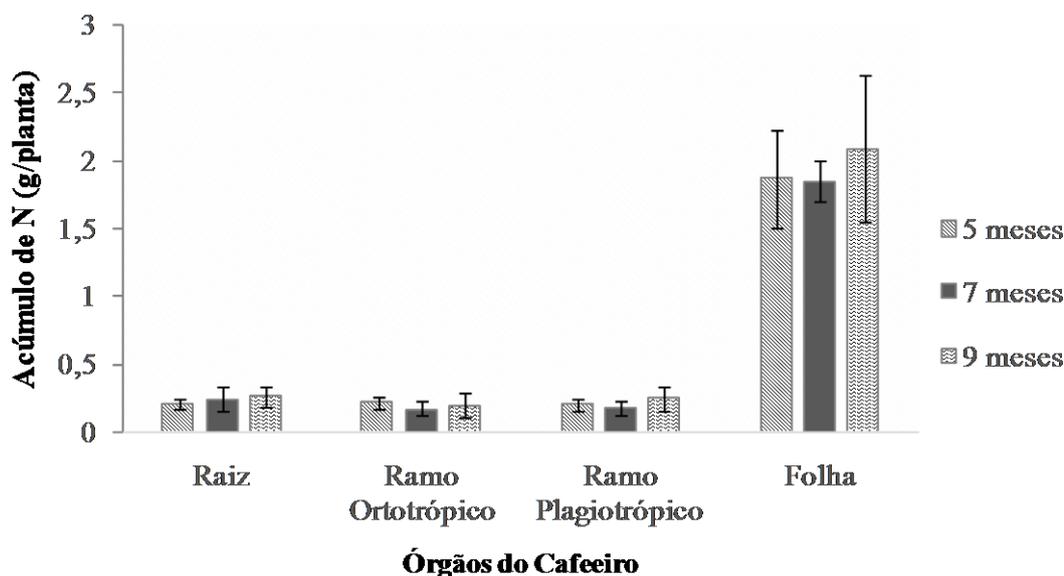


Figura 2. Acúmulo de N em órgão do cafeeiro sob efeito residual da adubação verde após cultivo anterior do cafeeiro por 5, 7 e 9 meses e seus respectivos desvios padrões.

Os maiores teores de N foram encontrados na parte aérea (Figura 3) variando de 2,96 a 3,15% nos tratamentos sob efeito residual da crotalária. Estudos de Martinez et al., (2003), considerando variações em quatro regiões de Minas Gerais, definiram como faixa crítica de N nas folhas dos cafeeiros de 2,47 a 3,15 dag kg⁻¹ para a região de Viçosa. O nível crítico de um determinado nutriente na planta é definido como o valor da concentração que separa a zona de deficiência da zona de suficiência (CARDOSO, 2013). Portanto, os valores encontrados em todos os tratamentos encontram-se dentro da

faixa crítica de N e não foram limitantes ao crescimento das plantas de café neste experimento.

No cultivo anterior com cafeeiro fertilizado com *Crotalaria juncea* L., enquanto a teor do N nos dois ramos (plagiotrópicos e ortotrópicos) aumentou sucessivamente nos três tratamentos após o plantio, nas raízes como nas folhas houve uma diminuição dos teores de N aos 7 e 9 meses de cultivo (ROCHA E SANTOS, 2015). Mas o maior teor de N proveniente da adubação verde apresentou o mesmo resultado do presente trabalho, sendo encontrado mais nas folhas com aumento em todas as partes analisadas dos cafeeiros (NETO, F.L.M.- dados não publicados).

Estudo conduzido por Ricci et al. (2005) também demonstrou que o cultivo com crotalária (*Crotalaria juncea* L.) nas entrelinhas do cafeeiro elevou o teor de N nas folhas e influenciou positivamente o crescimento das plantas de café, como foi verificado no presente estudo.

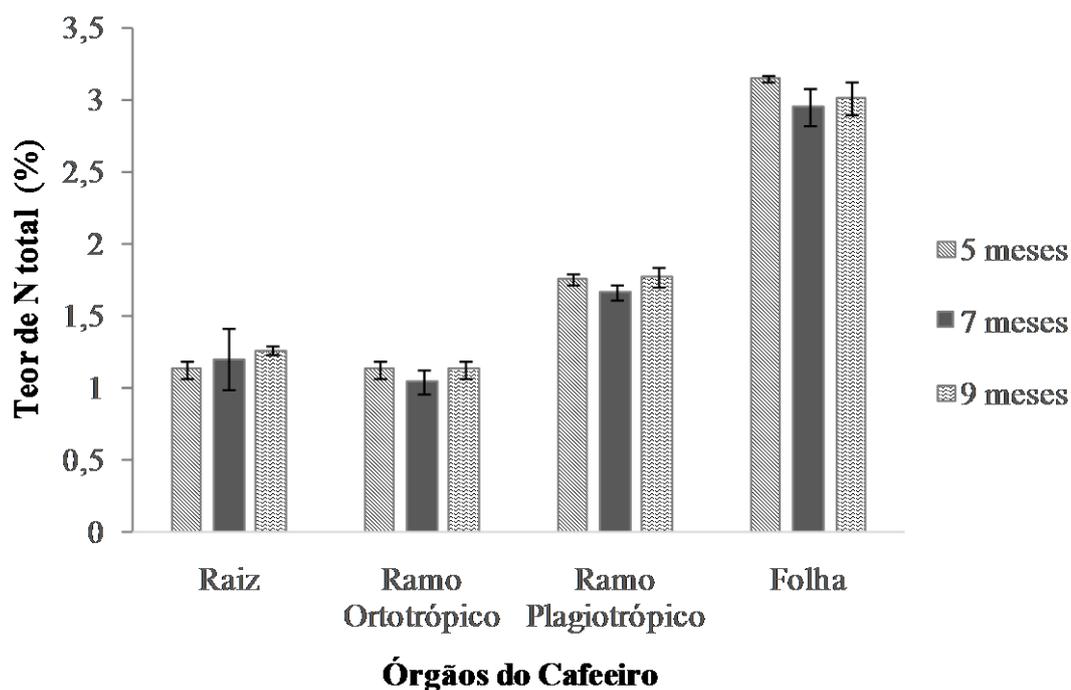
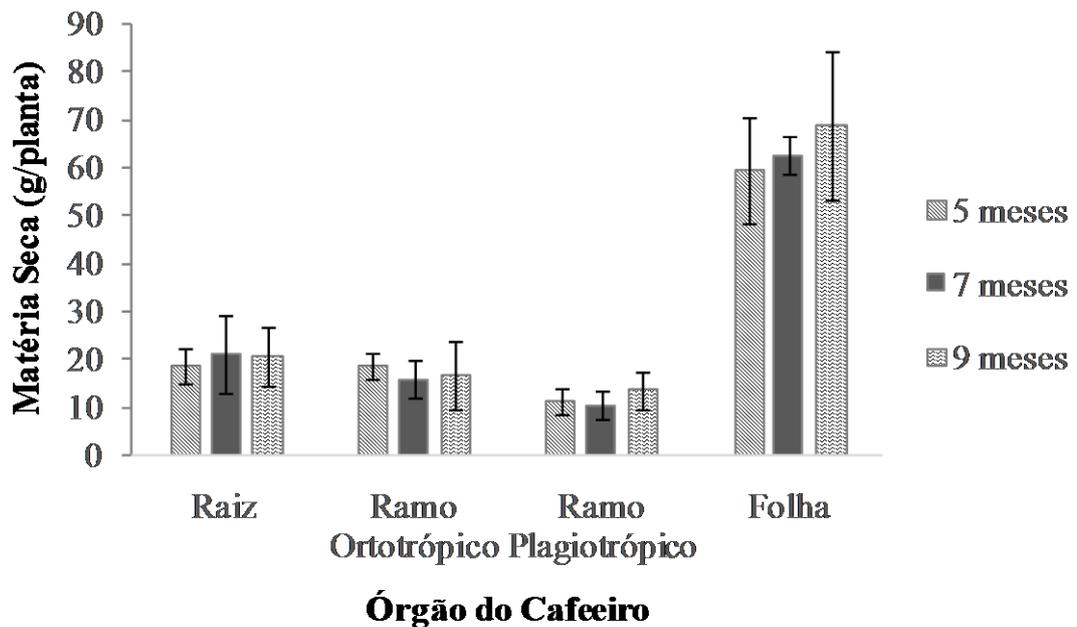


Figura 3. Teores de N em órgãos do cafeeiro sob efeito residual da adubação verde após cultivo anterior do cafeeiro por 5, 7 e 9 meses e seus respectivos desvios padrões.

As folhas apresentaram o maior acúmulo de matéria seca sob efeito residual da crotalária (Figura 4). Rocha E Santos (2015) relataram o mesmo resultado no experimento anterior com cafeeiros.



Em plantas de café estas respostas parecem ser resultantes de um somatório de fatores genéticos, ambientais e do estágio de desenvolvimento em que se encontra a planta. Se houver alguma alteração na razão matéria seca da parte aérea/ matéria seca de raízes, também pode alterar a razão entre a área externa desses órgãos e conseqüentemente o crescimento destes. (GUERRA NETO, 2007). Taxas de crescimento de parte aérea maiores podem ser favorecidas pelo sistema radicular mais desenvolvido (RENA E GUIMARÃES, 2000).

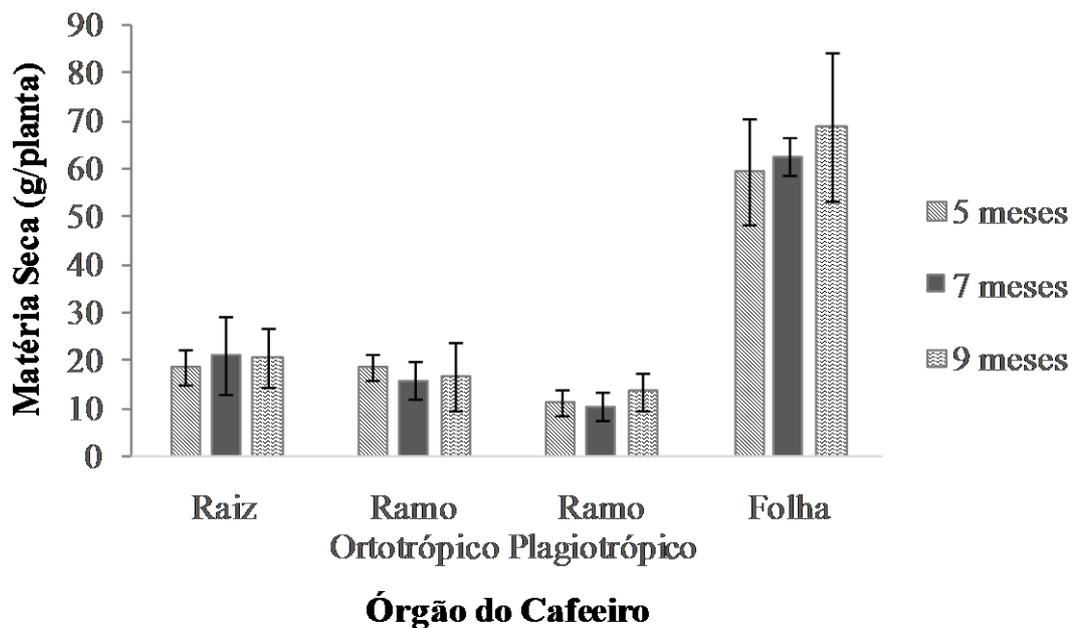


Figura 4. Acúmulo de Matéria Seca em órgãos do cafeeiro sob efeito residual da adubação verde após cultivo anterior do cafeeiro por 5, 7 e 9 meses e seus respectivos desvios padrões.

O acúmulo de N e matéria seca na planta, além dos teores de N total da planta estão relacionados tanto com os dados referentes ao cultivo anterior com cafeeiro adubado com crotalária como com os teores de N total do solo. Antes do novo cultivo, os teores de N no solo foram mais elevados após o cultivo do cafeeiro sob pelo período de 9 meses do primeiro cultivo nas três profundidades analisadas (Figura 5). Mas ao final do segundo cultivo – sob efeito residual - esses teores foram diminuindo com o tempo de cultivo dos cafeeiros, o que é coerente com o maior acúmulo de N e de matéria seca neste tratamento.

As maiores quantidades de nitrogênio total do solo foram encontradas na profundidade de 20-40 cm, antes do plantio do novo cafeeiro sob efeito residual da massa da crotalária nos períodos de 5, 7 e 9 meses de cultivo anterior (Figura 6). Esses valores mais altos podem ser um indicativo do deslocamento vertical do nitrogênio, concentrando nesta camada mais profunda após a retirada dos primeiros cafeeiros. Quando há revolvimento, extrações e perdas de nutrientes á um declínio deste estoque de N nas profundidades do solo (NUNES et al., 2011; WEBER e MIELNICZUK, 2009). Cantarela, (2007) afirma que o potencial do solo para fornecer N também pode ser estimado pela extração do N por cultivos não adubados desde que se tenha uma medida do N disponível no solo no início do ciclo.

Machado et al. (2014), obtiveram resultados de maior estoque e teor de nitrogênio total na camada de 0,05-0,10 m no solo de floresta nativa, do que nos cultivos com cafeeiro. A absorção pelas plantas presentes na floresta nativa, algumas fixadoras de N, explica essa diferença na concentração de N total nas camadas do solo dependendo do ambiente e do tipo de cultivo (BRAGHIROLI et al., 2012).

Ao final do cultivo do cafeeiro, a profundidade de 0-10 cm apresentou maiores valores de N, conforme Figura 5. Rangel et al. (2008), estudando a dinâmica da relação C/N, afirmou que os teores de N apresentam o mesmo comportamento dos teores de C em diversas profundidades do solo, sendo observados valores maiores em camadas superficiais do solo, onde há maior acúmulo de matéria orgânica. No caso do presente estudo, estes valores tiveram um ligeiro acréscimo nas camadas mais profundas no início do experimento, contrapondo um pouco o resultado destes autores. Mas ao final do segundo cultivo, os teores de N total do solo decresceram à medida que aumentava a profundidade do solo, conforme descrito por Souza (2014), onde os teores de N do solo foram diminuindo com o aumento da profundidade, com o decorrer da aplicação da

adubação e do crescimento do cafeeiro, independente da dose aplicada. Ainda assim, esta autora afirma que o aumento da dose de adubos verdes não modificou a dinâmica dos atributos químicos da camada de 20-40 cm e que, mesmo após três anos da aplicação de material vegetal do feijão-de-porco, havia efeito positivo na conservação do carbono orgânico e o nitrogênio total em todas as camadas do solo, evidenciando o efeito residual deste nitrogênio do adubo verde.

Os valores de N do solo neste experimento (Figura 5) estão dentro da faixa de 0,02 a 0,5% comum em solos agrícolas (Stevenson (1994) apud Rangel et al. (2008)). A quantidade de N no solo é bem pequena devido ao seu acentuado dinamismo no solo. (OLIVEIRA, 2005).

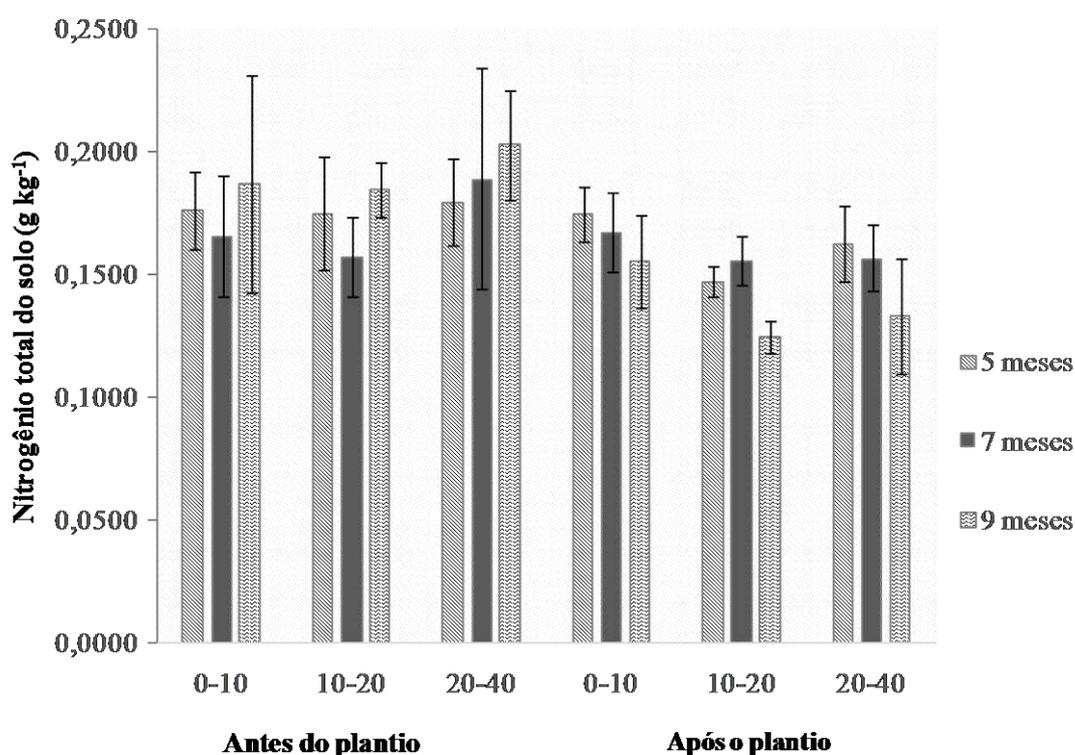


Figura 5. Teores de nitrogênio total do solo antes e após o plantio dos cafeeiros sob efeito residual da crotalária após cultivo anterior por 5, 7 e 9 meses, nas profundidades de 0-10 cm, de 10-20 cm e de 20-40 cm.

A altura dos cafeeiros aumentou linearmente com o tempo de crescimento, em todos os períodos de cultivo anterior sob o efeito residual da leguminosa (Figura 6). Logo no início do crescimento, ambos os cafeeiros tiveram seu crescimento linear e constante e incremento linear ao passar do tempo de cultivo.

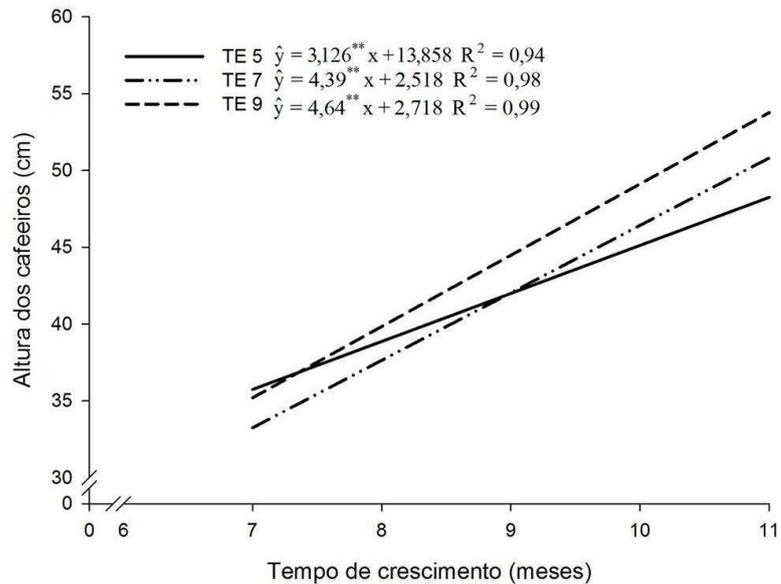


Figura 6. Altura dos cafeeiros em função dos períodos de pré-cultivos e do tempo de crescimento do cafeeiro. ** significativo ao nível de 1% pelo teste F. TE 5= 5 meses de cultivo anterior do cafeeiro; TE 7=7 meses de cultivo anterior do cafeeiro; TE 9=9 meses de cultivo anterior do cafeeiro.

O diâmetro do ramo ortotrópico, o número de ramos plagiotrópicos, o número de nós dos ramos plagiotrópicos e o número de folhas cresceram linearmente com o aumento do tempo de crescimento dos cafeeiros sob efeito residual da leguminosa, independentemente do período de cultivo anterior de cafeeiro (Figura 7). Resultados semelhantes foram encontrados por Araújo e Guarçoni (2011), que observaram a ausência de variação das características do comprimento do ramo marcado, do número de nós e do número de folhas em função das épocas de corte da leguminosa, até o 18º mês após o plantio do cafeeiro.

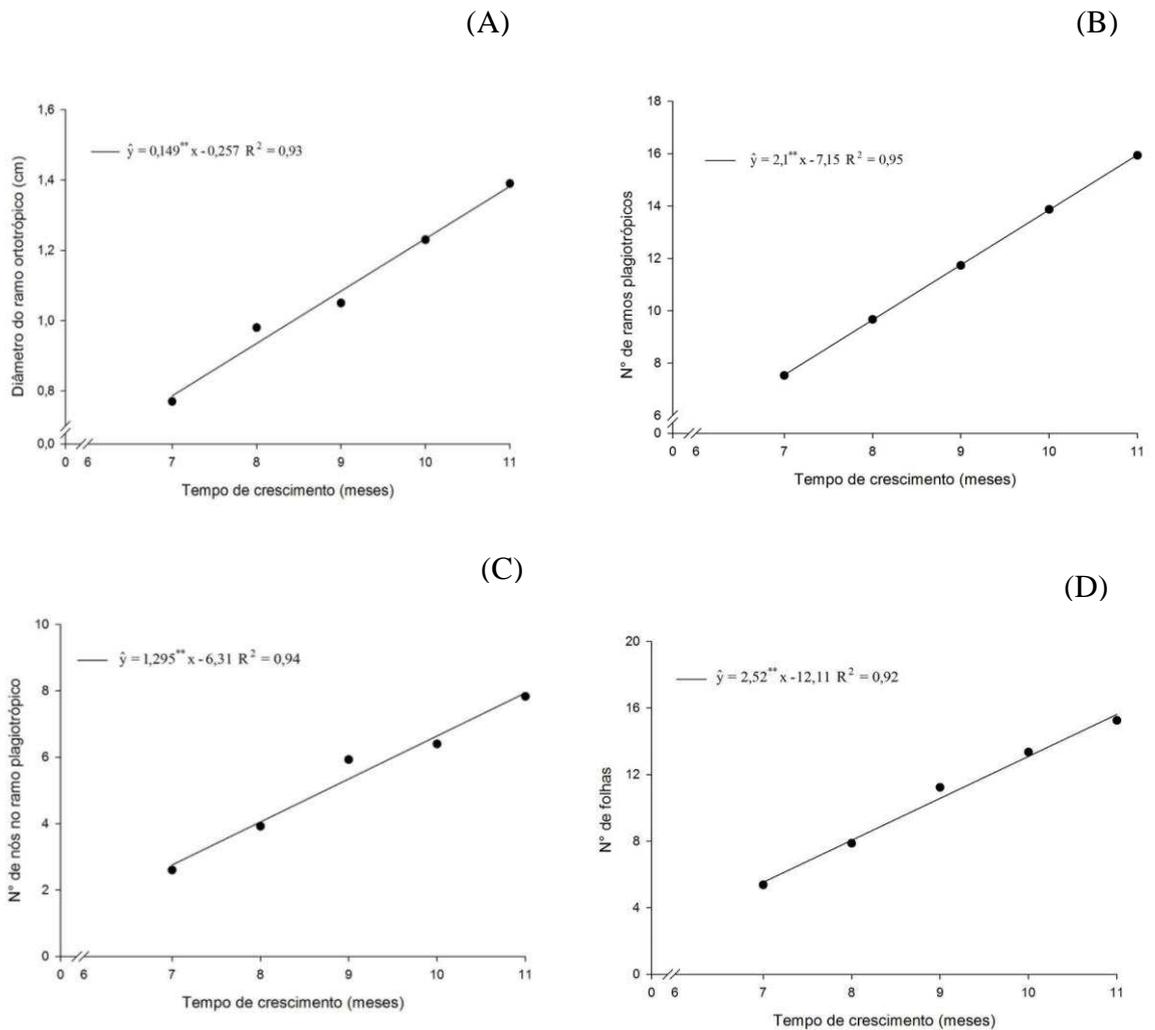


Figura 7. Diâmetro do ramo ortotrópico (cm) (A), número de ramos plagiotrópicos (B), número de nós no ramo plagiotrópico (C) e número de folhas (D) em função do tempo de crescimento do cafeeiro (meses). ** significativo ao nível de 1% pelo teste F.

Conclusões

Não houve como estabelecer uma relação entre as variáveis (acúmulo de N, matéria seca, teor de N total nos órgãos do cafeeiro e no solo) com o efeito residual da crotalária no novo cultivo de cafeeiro.

Os maiores teores de N total, de acúmulo de N e de matéria seca no novo cultivo de cafeeiro é encontrado nas folhas.

Os maiores teores de N total no solo foram encontrado na profundidade de 20-40 cm, antes do plantio do novo cafeeiro sob efeito residual da massa da crotalária.

O período de crescimento em altura do cafeeiro sob efeito residual da leguminosa foi influenciado positivamente pelo período de cultivo anterior, 5, 7 e 9 meses, em 11 meses do novo cultivo do cafeeiro.

Referências

- ARAÚJO, J.B.S.; GUARÇONI, R.C. Avaliação do crescimento de cafezais em consórcio com *Crotalaria juncea* no estado do Espírito Santo. **VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, Araxá – MG, 2011.
- ARAÚJO, J.B.S.; RODRIGUES, L.B.; RODRIGUES, M.C.; MARTINEZ, H.E.P.; SANTOS, R.H.S. (2014). Adubação nitrogenada em cafeeiros com biomassa de feijão-de-porco. **Coffee Science**, 9(3): 336-346.
- BALOTA, E.L.; CHAVES, J.C.D. (2011). Microbial activity in soil cultivated with different summer legumes in coffee crop. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 57: 35-44.
- BARRELLA, T.P. **Manejo de espécies de leguminosas em cafezal sob cultivo orgânico**. 2010. 105 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, MG, 2010.
- BARTHOLO, G. F.; GUIMARÃES, P. T. G.; MENDES, A. N. G. (2003). Produtividade de cultivares de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) submetidas a diferentes épocas de parcelamento da adubação. **Ciência e Agrotecnologia**, 27: 816-821.
- BRAGHIROLI, F.L.; SGROTT, A.F.; PESCADOR, R.; UHLMANN, A.; STÜRMER, S.L. (2012). Fungos micorrízicos arbusculares na recuperação de florestas ciliares e fixação de carbono no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa**, 36(3): 733-744.
- CANTARELA, H. (2007). Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F. et al. [Eds.]. **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 401-449.
- CHEN, Y.; WU, C.; TANG, X.; YANG, S.; WANG, J. (2010). Fate of nitrogen from organic and inorganic sources in rice-wheat rotation cropping system. **Agricultural Sciences in China**, 9: 1017-1025.

- CARDOSO, R. G. S. **Período da consorciação da lablabe e feijão-de-porco com cafeeiros e trapoerada**. 2013. 98 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, MG, 2013.
- DINIZ, E.R.; VARGAS T.O.; PEREIRA, W.D.; GUEDES, A.F.; SANTOS, R.H.S.; PETERNELLI, L.A. (2014), Decomposição e mineralização do nitrogênio proveniente do adubo verde *Crotalaria juncea*. **Científica**, 42(1):51-59.
- EMBRAPA. Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. (2011). **Manual de Métodos de análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 230p.
- FENILLI, T.A.B.; REICHARDT, K.; DOURADO-NETO, D.; TRIVELIN, P.C.O.; FAVARIN, J.L.; COSTA, F.M.P.; BACCHI, O.O.S. (2007 b). Growth, development, and fertilizer ¹⁵N recovery by the coffee plant. **Scientia Agricola**, 64: 541-547.
- GUERRA NETO, E.G. **Partição de assimilados e acúmulo de massa seca em raízes e parte aérea de cultivares de cafeeiros em função da idade da planta**. 2007. 36 p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.
- GUIMARÃES, P.T.G.; GARCIA, A.W. R; ALVAREZ, V.V.H; PREZOTTI, L.C.; VIANA, A.S.; MIGUEL, A.E.; MALAVOLTA, E.; CORRÊA, J.B.; LOPES, A.S.; NOGUEIRA, F.D.; MONTEIRO, A.V.C.; OLIVEIRA, J.A. (1999). Cafeeiro. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G; ALVAREZ, V.V.H. (Eds). **Recomendações para o uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais**. 5ª Aproximação. CSFSEMG/UFV: Viçosa, 289-302.
- LAVIOLA, B.G.; MARTINEZ, H.E.P.; SALOMÃO, L.C.C.; CRUZ, C.D.; MENDONÇA, S.M.; ROSADO L. (2008). Acúmulo em frutos e variação na concentração foliar de NPK em cafeeiro cultivado em quatro altitudes. **Bioscience Journal**, 24: 19-31.
- LIMA, P.C; MOURA, W. de M.; MENDONÇA, E. de S.; MANABE, P.M.S.; SANTOS, J. dos; REIGADO, F.R.; REIS, I.L. (2009). Produção de biomassa, conteúdo e mineralização de nutrientes de leguminosas e plantas espontâneas para adubação verde de cafezais sob cultivo orgânico. In: VI Simpósio de Pesquisas de Cafés do Brasil, 2009, Vitória, ES. **Resumos...** Brasília, DF: CBP&D-Café/EMBRAPA CAFÉ, 2009b. CD-Rom.

- MARTINEZ, H.E.P.; MENEZES, J.F.S.; SOUZA, R.B.D.E.; VENEGAS, V.H.A.; GUIMARÃES, P.T.G. (2003). Faixas críticas de concentrações de nutrientes e avaliação do estado nutricional de cafeeiros em quatro regiões de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 38 (6): 703-713.
- MACHADO, L.V.; RANGEL, O.J.P.; MENDONÇA, E. de. S.; MACHADO, R.V.; FERRARI, J.L. (2014). Fertilidade e compartimentos da matéria orgânica do solo sob diferentes sistemas de manejo. **Coffee Science**, 9 (3): 288-299.
- MATOS, E.S.; MENDONÇA, E.S.; LIMA, P.C.; COELHO, M.S.; MATEUS, R.F.; CARDOSO, I.M. (2008). Green manure in coffee systems in the region of Zona da Mata, Minas Gerais: characteristics and kinetics of carbon and nitrogen mineralization. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32: 2027-2035.
- MENDONÇA, E.S. & MATOS, E.S. (2005). **Matéria Orgânica do Solo: Métodos de Análises**. Viçosa – MG, 81p.
- MIRANDA, F.R.; SANTANA, M.G.S.; SOUZA, C.C.M.; OLIVEIRA, C.H.C. (2007). Calibração do sensor dielétrico ECH₂O em dois tipos de solos. **Revista Ciência Agronômica**, 38(3): 317-321.
- NUNES, R. S.; LOPES, A. A. de. C.; SOUSA, D. M. G. de.; MENDES, I. de. C. (2011). Sistemas de manejo e os estoques de carbono e nitrogênio em Latossolo de cerrado com a sucessão soja-milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 35(4): 1407-1419.
- OLIVEIRA, S. de. **Adubação com nitrogênio, fósforo e potássio para experimentos com cafeeiros em vasos**. 2005. 52p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais. 2005.
- PERIN, A.; SILVA, R.H.S.; URQUIAGA, S. MARINHO, J.G.G.; CECON, P.R. (2004). Efeito residual da adubação verde no rendimento de brócolo (*Brassica oleracea* L. var. *Italica*) cultivado em sucessão ao milho (*Zea mays* L.). **Ciência Rural**, 34 (6): 1739-1745.
- RANGEL, O.J.P.; SILVA, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; MELO, L.C.A.; OLIVEIRA JUNIOR, A.C. R. (2008). Carbono Orgânico e Nitrogênio total do solo e suas

- relações com os espaçamentos de plantio de cafeeiro. **Ciência Brasileira de Ciência do Solo**, 32: 2051-2059.
- RENA, A.B.; GUIMARÃES, P.T.G. Sistema radicular do cafeeiro: estrutura, distribuição, atividade e fatores que o influenciam. Belo Horizonte: **Epamig**, 2000. 80p.
- RIBAS, R. G. T.; SANTOS, R. H. S.; SIQUEIRA, R. G.; DINIZ, E. R.; PETERNELLI, L. A.; FREITAS, G. B. (2010). Decomposição, liberação e volatilização de nitrogênio em resíduos culturais de mucuna-cinza (*Mucuna cinerea*). **Ciência e Agrotecnologia**, 34: 878-885.
- ROCHA, S.B.F.; SANTOS, R.H.S. **Concentração de nitrogênio derivado da leguminosa nos órgãos do cafeeiro (*Coffea arabica* L.)**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 2015. Relatório final de pesquisa Probic/Fapemig.
- SAEG **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.
- SCIVITTARO, W.B.; MURAOKA, T.; BOARETTO, A.E.; TRIVELIN, P.C.O. (2000). Utilização de nitrogênio de adubos verde e mineral pelo milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 24: 917-926.
- SILVA, E.C.; MURAOKA, T.; BUZETTI, S.; TRIVELIN, P.C.O. (2006a). Manejo de nitrogênio no milho em Latossolo Vermelho sob plantio direto com diferentes plantas de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 41: 477-486.
- SILVA, E.C.; MURAOKA, T.; BUZETTI, S.; VELOSO, M.E.C.; TRIVELIN, P.C.O. (2006b). Aproveitamento do nitrogênio (^{15}N) da crotalária e do milheto pelo milho sob plantio direto em Latossolo Vermelho de Cerrado. **Ciência Rural**, 36: 739-746.
- SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. (2007). Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R. F. et al. [Eds.]. **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 276-374.
- SILVA, V.V. **Efeito do pré-cultivo de adubos verdes na produção orgânica de brócolos (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) em sistema de plantio direto**. 2002. 86p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 2002.

- SOHI, S.P.; MAHIEU, N.; ARAH, J.R.M.; POWLSON, D.S.; MADARI, B. & GAUNT, J.L. (2011). A procedure for isolating soil organic matter fractions suitable for modeling. **Soil Science Society of America Journal**, 65: 1121-1128.
- SOUZA, B. J. **Adubação verde: uso por agricultores agroecológicos e o efeito residual no solo**. 2014. 74p. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. 2014.
- WICHERN, F.; EBERHARDT, E., MAYER, J., JOERGENSEN, R.G., MULLER, T. (2008). Nitrogen rhizodeposition in agricultural crops: methods, estimates and future prospects. **Soil Biology and Biochemistry**, 40:30-48.
- WEBER, M. A.; MIELNICZUK, J. (2009). Estoque e disponibilidade de nitrogênio no solo em experimento de longa duração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 33 (2): 429-437.

CAPÍTULO 2

Efeito residual do feijão-de-porco e do lablabe em duas épocas de cultivo de feijoeiro

Resumo

O cultivo de feijoeiro tem importância fundamental na agricultura familiar, tanto pela parte produtiva quanto pela soberania alimentar. Na região da Zona da Mata Mineira, o feijão é cultivado em duas safras: safra “das águas” e safra “da seca”. O emprego de adubos verdes é um processo biológico que pode atender o requerimento de nutrientes do feijoeiro em especial do nitrogênio (N) obtido em parte pela fixação biológica. Uma parte do N proveniente desses adubos pode ser disponibilizada não no cultivo imediatamente subsequente, mas nos que se sucedem a este, tanto para a safra “da seca” como para a safra “das águas”. Contudo, este efeito residual é pouco estudado. O objetivo deste trabalho foi avaliar a contribuição residual da lablabe (*Dolichos lablab*) e do feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) ao feijoeiro em duas épocas de cultivo. O experimento foi conduzido em campo na Horta Velha da UFRV no período de out/2013 a julho/2014, com a cultivar Pérola. Os tratamentos consistiram de duas épocas de plantio do feijoeiro (da seca e das águas) após três pré-cultivos, constituídos de duas espécies de adubos verdes (lablabe e o feijão-de-porco) e uma testemunha representada pela vegetação espontânea da área. Após o primeiro cultivo de feijoeiro, tanto na safra “da seca” quanto “das águas”, foi realizado um novo cultivo do feijão, nas mesmas parcelas, sem adubação, avaliar o efeito residual dos pré-cultivos. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x2 (três pré-cultivos e duas épocas de cultivo), com cinco repetições. Foram determinados o teor de N-total em folhas do feijoeiro no florescimento e quantificada sua produção e os componentes da produção. Para avaliação da influência dos tratamentos sobre as variáveis, procedeu-se a ANOVA e a comparação das médias pelo teste Tukey à 5% de probabilidade. O feijoeiro sob efeito residual dos pré-cultivos, na safra “das águas”, apresentou maiores teores de N total e mais grãos por plantas em comparação a safra “da seca”. O feijoeiro sob efeito residual do feijão-de-porco e lablabe apresentou mais de vagens por planta quando comparado com a testemunha. O teor de N total, o número de vagens por planta, o número de grãos por vagem e o peso de 100 grãos do feijoeiro influenciaram positivamente a produtividade. O efeito residual dos pré-cultivos influenciou positivamente o cultivo do feijoeiro nas épocas cultivadas.

Palavras-chaves: Feijão-de-Porco; Lablabe; leguminosas; safra “da seca”; safra “das águas”; efeito residual.

Introdução

No Brasil, o feijão é cultivado por diversos tipos de agricultores, com perfis, escalas, regiões e sistemas de produção diferentes. De acordo com a FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS) (2010), o Brasil é o maior produtor e consumidor de feijão do mundo. Segundo França et al. (2009), a agricultura familiar foi responsável por 70% da produção de feijão em 2006, e os plantios são efetuados sem irrigação época “das águas” e “da seca”, obtendo-se, de modo geral, baixas produtividades.

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) tem uma grande adaptabilidade no território brasileiro, podendo ser cultivado em diferentes épocas nos sistemas agrícolas com baixo uso tecnológico até sistemas agrícolas intensivos irrigados com alta tecnificação (SOUZA, 2010). De acordo com Ferreira (2002), no estado de Minas Gerais, a época “das águas” tem a sua semeadura entre outubro e novembro e o início de sua colheita em janeiro, prolongando-se até março. Na época “da seca”, o período de semeadura é entre fevereiro e março, sendo a colheita realizada entre maio e julho.

A recomendação de adubação nitrogenada para a cultura do feijoeiro para o Estado de Minas Gerais é de doses entre 20 e 100 kg ha⁻¹ (CHAGAS et al., 1999), dependendo do nível tecnológico empregado (VIANA et. al, 2011). Se não houver uma adoção correta da dose de N a ser empregada no plantio de feijoeiro, a aplicação de altas doses de adubos nitrogenados no plantio e em cobertura inibe a nodulação do feijoeiro comum e também diminui a eficiência das bactérias no processo de fixação biológica do nitrogênio (FERREIRA et al., 2004). Neste sentido, a utilização de espécies que aportem nitrogênio (N) para o sistema, preferencialmente através da FBN, antecedendo o cultivo do feijoeiro, pode ser uma alternativa interessante frente à demanda desse nutriente pela cultura, devido à sua lenta liberação, comparativamente aos adubos nitrogenados sintéticos, por não interferir em nenhuma etapa do processo de FBN do feijoeiro e podendo suprir a necessidade nutricional de N desta cultura.

O emprego de plantas de cobertura, leguminosas e/ou gramíneas, podem aumentar o rendimento da cultura do feijoeiro. O elevado rendimento do feijoeiro plantado sobre a palhada do milho é relatado por Silveira et al. (2005), quando estudaram a resposta do feijoeiro irrigado em plantio direto em sucessão a várias

culturas, no município de Santo Antônio de Goiás, GO. De acordo com Ferreira et al. (2011), em um estudo realizado no município de Santo Antônio de Goiás, GO, o sorgo forrageiro apresentou o maior acúmulo de massa de matéria seca e N em comparação à crotalária, embora sem efeito significativo sobre a produtividade do feijoeiro subsequente. Esses dados resultaram contrastaram encontrados por Simidu et al., (2010), quando no município de Selvíria, MS, os maiores acúmulos de massa de matéria seca e de N também foram encontrados em sorgo granífero. Entretanto, as maiores produtividades das cultivares de feijoeiro em plantio subsequente foram encontradas na sucessão a *Brachiaria brizanta*, seguido pelo sorgo e milho.

Estudo de Ferreira et al. (2013) por três anos consecutivos, com a utilização de três épocas de semeadura e cinco espécies de adubos verde (*Crotalaria juncea* L.; *C. ochroleuca* G. Don; *Mucuna pruriens* L.; *Cajanus cajan* (L.) Millsp e *Canavalia ensiformis*) determinou seus efeitos subsequentes sobre o desempenho do feijoeiro comum. Os autores relatam que o acúmulo de massa de matéria seca e de N diminuiu quando as leguminosas são semeadas em fevereiro em vez de novembro, com a exceção do feijão-de-porco. O acúmulo do N dos adubos verdes varie com ano, espécie, e data de plantio, apresentando valores acima de 90 kg ha^{-1} , as leguminosas foram suficientes para assegurar bons níveis de produtividade para os cultivos iniciais e subsequentes do feijoeiro. O *guandu* se destacou devido ao seu efeito positivo sobre os valores índice de área foliar, matéria seca do grão e eficiência do uso de N pelo feijoeiro.

Oliveira et al. (2002) comparando diversas combinações de coberturas vegetais com espécies de gramíneas e leguminosas e seus efeitos sobre a produtividade do feijoeiro comum, no município de Lavras, MG, também relatam que a maior produção de massa e maior acúmulo de nitrogênio foi obtido pelo sorgo forrageiro. Os autores atribuem a baixa produtividade de matéria fresca das leguminosas à falta de adubação e inoculação das sementes, além de relatarem um ataque de formigas, principalmente na mucuna preta. A maior produtividade do feijoeiro foi encontrada nos tratamentos envolvendo o milho. Segundo os autores esse resultado estaria relacionado à elevada quantidade de matéria seca produzida, com elevado acúmulo de macronutrientes e micronutrientes e a alta relação C/N do milho, possibilitando maior tempo de permanência da palhada na superfície do solo, ocasionando maior proteção do solo e conseqüentemente maior retenção de umidade, diminuindo assim o déficit hídrico e favorecendo a formação de grãos.

Nunes et al. (2006), ao avaliarem a produção de palhada de diferentes plantas de cobertura e sua relação com o feijoeiro comum cv. Talismã, no município de Diamantina, MG, constataram que a maior produção de matéria seca foi obtida com *Brachiaria decumbens* cv. Brasilisk, seguido pelo *Panicum maximum* cv. Tanzânia. A maior produtividade do feijoeiro foi obtida em sucessão ao *Panicum maximum* cv. Mombaça. Os autores reforçam que os rendimentos de grãos do feijoeiro aconteceram após as culturas que acumulam mais massa.

Souza (2014) avaliou o efeito do cultivo prévio de leguminosas sobre a cultura do feijoeiro e relata que a rotação com leguminosas resultou em maior absorção de N pelo feijoeiro e em aumento da produção de vagens, e conseqüentemente em maior produtividade. O autor relata ainda que o feijão-de-porco foi a leguminosa que apresentou maior produção de matéria seca, acumulando mais N em seus tecidos e aportando maior quantidade de N-FBN ao sistema do que a lablabe.

A taxa de absorção do N pelo feijoeiro varia durante o ciclo da planta. A época de maior demanda ocorre do início do florescimento ao início do período de formação das vagens, de 50 a 60 dias após o plantio aproximadamente (FERREIRA et al., 2004). Relatos indicam que a mineralização da metade do N da parte aérea do adubo verde ocorre em 60 dias para o feijão-de-porco (GAMA-RODRIGUES et al., 2007) e em 58 dias para a lablabe (OLIVEIRA et al., 2007).

Assim, uma parte do N proveniente das leguminosas pode ser disponibilizada em cultivos subsequentes e não no cultivo imediato, tanto na época “da seca” como na época “das águas”. Contudo, este efeito nos cultivos subsequentes, chamado de efeito residual é pouco estudado.

A hipótese deste trabalho é que a utilização da lablabe (*Dolichos lablab*) e do feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) apresentam efeito residual e contribuem em ciclos subsequentes de feijoeiro em diferentes épocas de cultivo. Desta forma, objetivou-se determinar a contribuição residual da lablabe e do feijão-de-porco nos teores de nitrogênio, nos componentes de produção e produtividade do feijoeiro em cultivos sucessivos em duas épocas.

Material e Métodos

O presente experimento refere-se ao cultivo do feijão sob efeito residual dos adubos verdes em duas épocas (das águas e da seca), após o primeiro cultivo de feijoeiro com *Canavalia ensiformis* e *Dolichos lablab*. Ambos os cultivos foram

realizados no campo experimental da Horta de Pesquisa, do Departamento de Fitotecnia da UFV, no período de outubro de 2013 a julho de 2014. A área está situada a 20° 45'S e 42° 51'W, numa altitude de 651 metros. O clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo Cwa, com temperatura média anual de 19 °C e precipitação média anual de 1.300 mm. Os dados meteorológicos durante o período de condução do experimento são apresentados nas Figuras 1, 2 e 3.

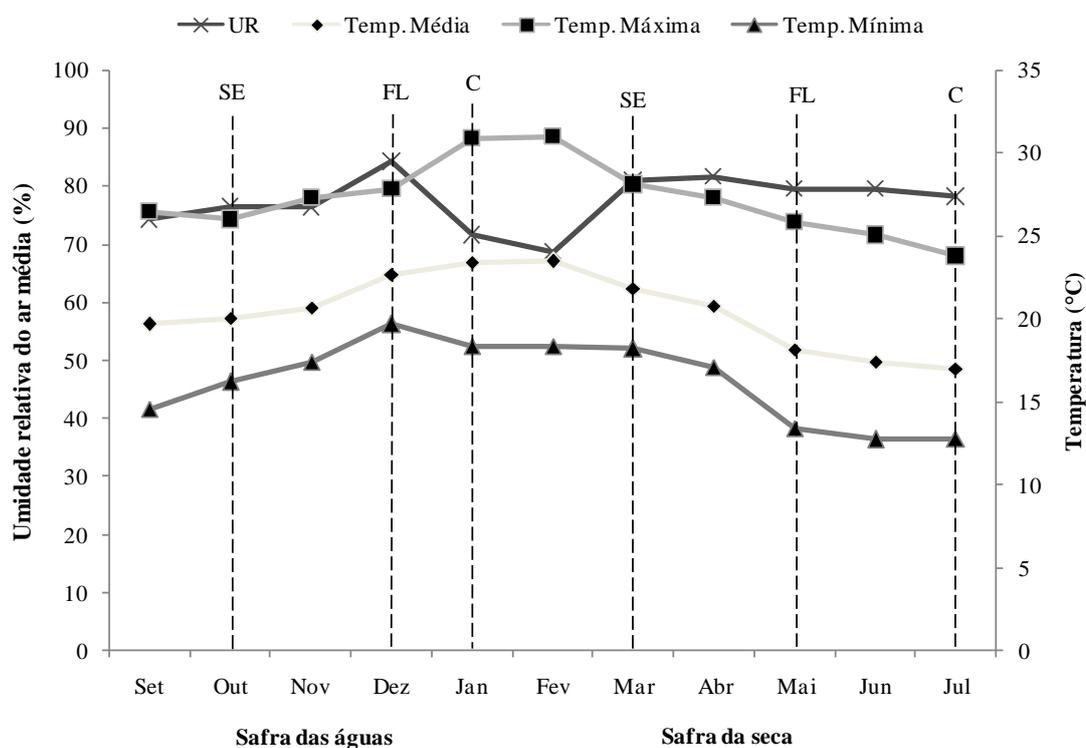


Figura 1. Médias mensais de umidade relativa do ar e temperaturas (mínima, média e máxima) durante o período compreendido entre a semeadura e a colheita do feijão na safra das águas (Out – Jan) e na safra da seca (Mar-Jul). SE: semeadura; FL: florescimento; C: Colheita. Safra da seca: Mar - Jul. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia, Estação Meteorológica A510, Viçosa-MG, 2013-2014.

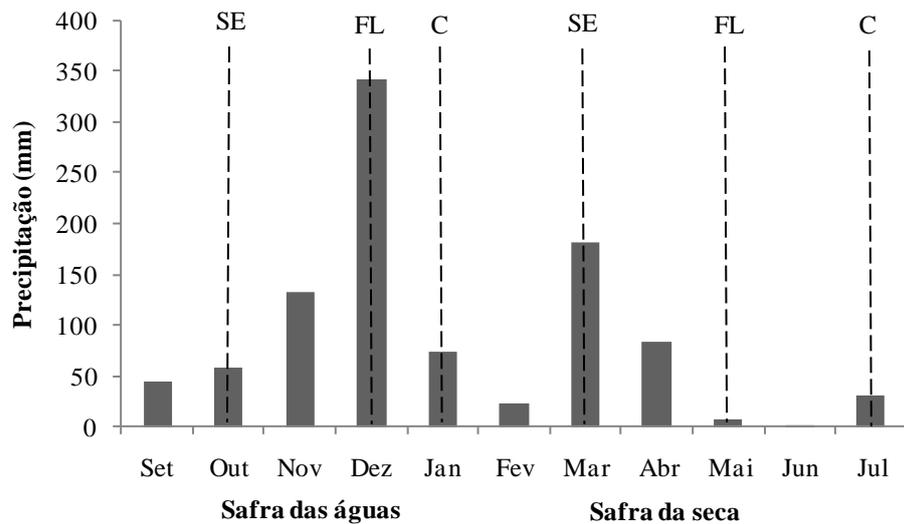


Figura 2. Precipitação (mm) mensal no período compreendido entre a semeadura e a colheita do feijão na safra das águas (Out – Jan) e na safra da seca (Mar-Jul). SE: semeadura; FL: florescimento; C: Colheita. Safra das águas: Set – Jan. Safra da seca: Mar - Jul. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia, Estação Meteorológica A510, Viçosa-MG, 2013-2014.

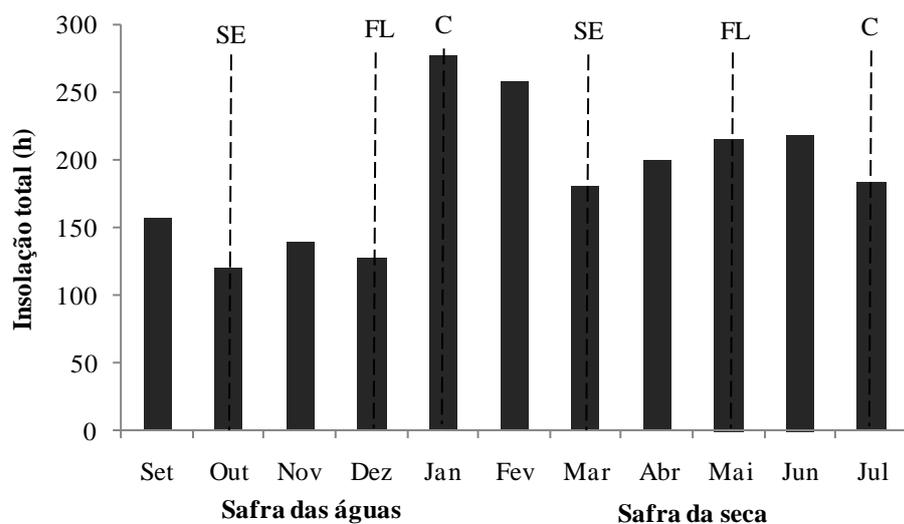


Figura 3. Insolação total (h) mensal no período compreendido entre a semeadura e a colheita do feijão na safra das águas (Out – Jan) e na safra da seca (Mar-Jul). SE: semeadura; FL: florescimento; C: Colheita. Safra das águas: Set – Jan. Safra da seca: Mar - Jul. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia, Estação Meteorológica A510, Viçosa-MG, 2013- 2014.

O solo da área experimental é classificado como Cambissolo e apresenta as seguintes características na profundidade de 0-20 cm: pH (H₂O) = 5,34; P = 23,2 (mg dm⁻³); K = 112 (mg dm⁻³); Ca⁺² = 2,39 (cmol_c dm⁻³); Mg⁺² = 0,25 (cmol_c dm⁻³); H+AL = 4,8 (cmol_c dm⁻³); V(%) 37,9; Matéria orgânica = 2,39 (dag kg⁻¹); P-rem = 40 (mg L⁻¹).

Cultivo anterior do feijoeiro

O experimento iniciou em outubro de 2012, com o cultivo das leguminosas *Canavalia ensiformis* e *Dolichos lablab* utilizadas como adubos verdes. O delineamento experimental para o cultivo das leguminosas foi em blocos casualizados (DBC), com três tratamentos e 10 repetições, sendo os tratamentos constituídos pelos dois pré-cultivos lablabe e o feijão-de-porco, e a testemunha (vegetação espontânea).

Em 2013, após três meses de cultivo das leguminosas, foi feito o corte, e após duas semanas estas leguminosas foram incorporadas ao solo. Um primeiro cultivo do feijoeiro foi instalado no local em apenas metade da área, área está pertencente à parcela da seca (Figura 4). A área era composta por 5 linhas de 6 m espaçadas em 50 cm, totalizando 15 m².

O delineamento referente ao cultivo do feijoeiro foi em blocos casualizados (DBC) com 5 repetições, e com tratamentos arranjados em esquema de parcela subdividida onde a parcela foram a safra (“da seca” e “das águas”) e as sub-parcelas foram os pré-cultivos com cinco repetições. A outra área pertencente à parcela “das águas” ficou em pousio para plantio no mesmo ano.

Depois de três meses, após a colheita do feijão da seca foi semeado o primeiro cultivo do feijão das águas, aproveitando as mesmas parcelas. A partir desse primeiro cultivo em cada parcela, um novo experimento foi realizado para avaliar o efeito residual dessas leguminosas tanto na época “das secas” quanto na época “das águas” para o feijoeiro. Detalhes a respeito desta sequência experimental são apresentados na Figura 4.

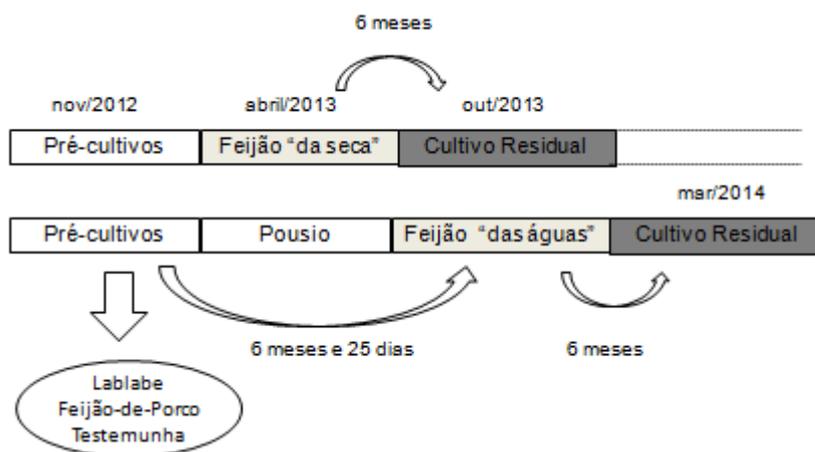


Figura 4. Esquema dos experimentos de cultivos de feijão em duas épocas de semeadura sob efeito residual das leguminosas lablabe e feijão-de-porco

Cultivos feijoeiro sob efeito residual

Conforme esquema apresentado na Figura 4, após o primeiro cultivo do feijoeiro tanto “da seca” quanto “das águas”, foi realizado um novo cultivo do feijão, cultivar “Pérola”, nas mesmas parcelas, sem acréscimo de adubação. Nas parcelas que inicialmente receberam o feijão da seca, o cultivo do feijão sob efeito residual dos pré-cultivos foi conduzido na safra das águas. Já quando o primeiro cultivo de feijão foi feito na safra das águas, o cultivo do feijão sob efeito residual dos pré-cultivos foi conduzido na safra da seca do ano seguinte.

O experimento de cultivo de feijão sob efeito residual dos pré-cultivos seguiu o mesmo arranjo e delineamento do primeiro cultivo.

No florescimento do feijoeiro, estágio R6 (mais de 50% das plantas com pelo menos uma flor aberta) foram coletadas aleatoriamente em cada parcela 30 folhas maduras, localizadas no terço médio da planta (FONTES, 2011; MARTINEZ et al., 1999). Todo o procedimento de acondicionamento e determinação do teor de N total das amostras foi realizado por meio da coleta de uma sub-amostra, a qual foi pesada, acondicionada em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C, até atingir massa constante e pesada novamente para determinação da massa da matéria seca. Após a secagem, o material foi moído em moinho tipo Willey e as amostras levadas ao laboratório para determinação do teor de N total pelo método de Kjeldhal (BREMNER & MULVANEY, 1982).

A quantificação da produção de feijão foi feita pela colheita manual das três fileiras centrais, desprezando-se 1m das extremidades (área útil). Após ser realizada a secagem, até teor de umidade de 13%, os grãos foram pesados e os valores convertidos para kg ha⁻¹.

A fileira central da área útil foi colhida separadamente, para avaliação dos componentes de produção. Foram contabilizados o número de plantas da fileira e avaliados: número médio de vagens por planta, obtido através da relação entre o número total de vagens pelo número total de plantas; o número médio de grãos por vagem, obtido através da relação entre o número total de grãos pelo número total de vagens; o

peso médio de 100 sementes, pesando-se quatro sub-amostras de 100 sementes por parcela em balança de precisão.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Utilizou-se o programa de Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG, 2007).

Resultados e Discussão

O resumo da análise de variância consta na Tabela 1. Houve efeito da interação entre época e pré-cultivos sobre o peso de 100 grãos. O teor de N nas folhas foi influenciado pelos efeitos isolados de época de cultivo e pré-cultivos (Tabela 1). O número de grãos por vagens foi influenciado pela época de cultivo.

O número de vagens por planta e a produtividade foram influenciados somente pelo pré-cultivos.

Tabela 1. Resumo da análise de variância do teor de nitrogênio total (N total) e da produtividade de grãos (Prod) e seus componentes: número de vagens por planta - NVP, número de grãos por vagens – NGV e peso de 100 grãos, avaliados em feijoeiro cultivado em duas épocas sob efeito residual de adubos verdes.

FV	GL	Quadrados Médios				
		N total %	Prod kg/ha	NVP nº	NGV nº	Peso de 100 Grãos g
Bloco	4	0,09	705106	13,79	0,58	2,12
Época	1	3,41 ^{**}	9471 ^{ns}	4,56 ^{ns}	12,45 [*]	529,78 ^{***}
Resíduo (A)	4	0,07	1007	10,06	1,53	1,82
Pré-cultivos	2	1,31 ^{***}	574258 [*]	10,01 ^{***}	0,32 ^{ns}	1,02 ^{ns}
Pré-cultivos X Época	2	0,11 ^{ns}	60855 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,07 ^{ns}	2,09 [*]
Resíduo	16	0,05	123833	0,85	0,49	0,49
CV (%)		7,35	19,87	12,66	14,45	2,54

***, ** e * = significativo, respectivamente, a 0,1%, 1% e 5% de probabilidade pelo teste F; ns = não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

O cultivo residual na safra “das águas” resulta em teor de N nas folhas do feijoeiro mais elevado do que o cultivo residual na safra “da seca” (Tabela 2). Além disso, o teor de nitrogênio foi maior sob efeito residual dos adubos verdes do que comparado à testemunha (Tabela 2).

O teor de N nas folhas do feijoeiro quando plantado em sucessão as leguminosas foi acima da faixa adequada para a cultura, que varia de 3 a 3,5% (MARTINEZ et al., 1999; FONTES, 2011), mas somente para o cultivo residual na parcela “das águas” (Tabela 2).

Segundo Fageria e Baligar (2005) o N promove a rápida expansão da folha, o que aumenta a eficiência de interceptação da radiação solar e a taxa fotossintética, com ganhos de produtividade de grãos.

Tabela 2. Valores médios do teor de nitrogênio total (Teor de N) em folhas de feijoeiro no florescimento sob efeito residual de dois adubos verdes, em duas épocas de cultivo.

Tratamentos	Teor de N (%)
Cultivo residual feijão safra das águas	3,34 A
Cultivo residual feijão safra da seca	2,67 B
Feijão-de-Porco	3,03 A
Lablabe	3,16 A
Testemunha	2,59 B
CV (%)	7,35

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O número de vagens por planta é maior em feijoeiro cultivado sob efeito residual dos adubos verdes do que na testemunha sem leguminosas (Tabela 3) e corrobora com a afirmação de Portes (1996), de que plantas de feijão bem nutridas, produzem mais flores e, conseqüentemente, em maior número de vagens por planta.

Crusciol et al. (2007) relatam que o número de vagens por planta tinha incremento linear em razão da maior disponibilidade de N. E Mingotte et al. (2012) relatam que o número de vagens por planta foi influenciado pelo sistema de cultivo (cultivos de verão em plantio direto com sucessão de milho, milho consorciado e feijão) e pelas doses de N, ao passo que o número de grãos por vagem foi influenciado conjuntamente pelos dois fatores estudados. Com isso, evidencia-se a importância da adubação no aumento do número de vagens por planta, e conseqüentemente, em maiores produtividades do feijoeiro.

Tabela 3. Valores médios do número de vagens por planta (NVP) em feijoeiro cultivado sob residual dos adubos verdes. Média de duas épocas de cultivo.

Tratamentos	NVP
Feijão-de-Porco	7,99 A
Lablabe	7,68 A
Testemunha	6,12 B
CV (%)	12,66

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Feijoeiros cultivados “nas águas” apresentam maior número de grãos por vagem do que feijoeiros cultivados na época “da seca”, independentemente do pré-cultivo (Tabela 4).

Embora alguns relatos afirmem que o número de grãos por vagem é uma característica de alta herdabilidade genética e que possui pequena influência do ambiente (ANDRADE et al., 1998), neste experimento observamos que a época foi determinante sob essa característica. No estudo de Souza et al., (2012), com o cv. Pérola, a época de semeadura e o cultivar influenciaram de forma positiva este componente de produção, sendo que a semeadura em abril foi superior a de maio. No presente trabalho, a cultivar utilizada foi a mesma e obteve-se maiores NVP, do que os relatados por Souza et al. (2012).

Mesmo sendo variável ser considerada uma característica de alta herdabilidade genética, com maiores diferenças entre cultivares do que dentro de cultivares, outro resultado de pesquisas demonstra que uma melhor nutrição em N pode aumentar o número de óvulos fertilizados por vagem, com os dados se ajustando a equações lineares crescentes (SORATTO et al. 2006). Esse trabalho corrobora com o relato visto que elevados teores de N foram encontrados no presente trabalho, influenciando de forma positiva a elevação do número de grãos por vagem.

Tabela 4. Valores médios do número de grãos por vagens (GPV) de feijoeiro sob duas épocas de cultivo sob efeito residual dos adubos verdes. Médias de três pré-cultivos

Tratamentos	GPV
Cultivo residual na época “das águas”	7,66 A
Cultivo residual na época “da seca”	6,88 B
CV (%)	14,45

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O efeito do cultivo residual “das águas” foi superior ao cultivo residual “da seca” para quaisquer pré-cultivos. Já os efeitos residuais com leguminosas foram similares entre si e superiores à vegetação somente no período “das águas”. A falta de água pode ter prejudicado o enchimento dos grãos e conseqüentemente seu peso.

Trabalho de Carvalho (2005) relata que a influência das leguminosas mesmo na época “das águas” é possível, pois as mesmas foram cortadas e incorporadas ao solo no período “da seca”, período onde ocorre menor mineralização devido a menor umidade, em comparação a época chuvosa, assim como ocorre menos perdas por emissões gasosas em forma de óxidos nítrico e nitroso.

Resultados diferentes são apontados por Souza et al. (2012) e Simidu et al. (2010) nos quais os pré-cultivos resultaram que pouca influência no peso de 100 grãos. Outros autores citam que mesmo aplicações de doses de N, derivados de fertilizantes minerais, não influenciaram resultados satisfatórios no peso de 100 grãos (BERNARDES et al., 2010; MOREIRA et al., 2013).

Tabela 5. Valores médios do peso de 100 de grãos em feijoeiros cultivados sob residual dos adubos verdes em duas épocas

	Peso de 100 grãos (g)	
	Cultivo residual “das águas”	Cultivo residual “da seca”
Lablabe	32,48 Aa	23,49 Ba
Feijão-de-Porco	32,24 Aa	23,36 Ba
Testemunha	31,04 Ab	23,69 Ba
CV (%)	3,19	8,01

Médias seguidas pela letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem à 5% pelo teste de Turkey.

Feijoeiros cultivados sob efeito residual da lablabe apresentaram produtividade similar àqueles cultivados sob efeito residual do feijão-de-porco, mas superiores aos cultivados em área sem leguminosa. Feijoeiros cultivados sob efeito residual de feijão-de-porco apresentaram produtividade similar àqueles cultivados em área com vegetação espontânea (Tabela 6).

No primeiro cultivo, Souza (2014) encontrou valores similares de produtividade após pré-cultivos com as leguminosas nas duas épocas avaliadas, superiores à testemunha, obtendo também um patamar de produtividade elevado. A média obtida foi de 1,75 ton ha⁻¹, com pouca variação entre as épocas de cultivo, ficando acima da média nacional, de 1,05 ton ha⁻¹ e da média estadual, de 1,54 ton ha⁻¹ (CONAB, 2014).

As leguminosas, portanto, influenciaram positivamente a obtenção desse patamar elevado, mesmo sem a adubação mineral, indicando que os nutrientes principalmente o N, contido nas suas massas podem ter sido disponibilizado aos cultivos subsequentes dos feijoeiros.

Essa influência é comprovada quando comparada a testemunha, sem leguminosas e onde a produtividade alcançada foi abaixo da média estadual para o cultivo do feijoeiro.

Elevadas respostas na produtividade dos cultivos subsequentes com feijão-de-porco também foram observadas por Duarte Júnior & Coelho (2008), apresentando

maiores valores de biomassa e reciclagem de nutrientes com este adubo (COLLIER et al., 2008).

Assim o efeito residual dos pré-cultivos permitiu alcançar uma produtividade superior ao da média nacional e mineira, enquanto o cultivo sem adubação apresentou produtividade menor do que a mineira.

Tabela 6. Produtividade do feijoeiro sob efeito residual dos adubos verdes. Médias de duas épocas de cultivo.

Tratamentos	Prod (kg/ha)
Lablabe	1.752,51 A
Feijão-de-Porco	1.685,43 AB
Testemunha	1.434,10 B
CV (%)	19,87

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Conclusões

O feijão sob efeito residual dos pré-cultivos, na safra “das águas”, apresenta maiores teores de N-total e número de grãos por vagens em comparação à época do feijão “das secas”.

O número de vagens por planta do feijoeiro são maiores quando cultivado em área sob efeito residual do feijão-de-porco e do lablabe.

O teor de N total, o número de vagens por planta, o número de grãos por vagem e o peso de 100 grãos do feijoeiro influenciam positivamente a produtividade do feijoeiro.

A produtividade de grãos do feijoeiro é maior quando cultivado em área sob efeito residual do lablabe do que da área com vegetação espontânea.

O efeito residual dos pré-cultivos lablabe e feijão-de-porco influencia positivamente o cultivo do feijoeiro nas safras “das águas” e “da seca”.

Referências

ANDRADE, M. J. B. de; DINIZ, A R.; CARVALHO, J. G. de; LIMA, S. F. (1998).

Resposta da cultura do feijoeiro à aplicação foliar de molibdênio e às adubações nitrogenadas de plantio e cobertura. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, 22(2): 499-508.

BERNARDES, T. G.; SILVEIRA, P. M. da.; MESQUITA, M. A. M. (2010). Regulador de crescimento e *Trichoderma harzianum* aplicados em sementes de feijoeiro

- cultivado em sucessão a culturas de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical de Goiânia**. 40(4): 439-446.
- BREMNER, J. M.; MULVANEY, C. S. Nitrogen total. In: **Methods of soil analysis**. PAGE, A. L. (ed) 2 ed. Madison: Soil Science Society of America. 1982. Part 2. p. 595-624.
- CARVALHO, A. M de. Uso de plantas condicionadoras com incorporação e sem incorporação no solo: composição química e decomposição dos resíduos vegetais; disponibilidade de fósforo e emissão de gases. 2005. 199f. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2005.
- COLLIER, L. S.; CORREIA, M. A. R.; RAMOS, L. N.; PRADO, R. de. M.; FLORES, R. A.; NUNES, T. V. (2008). Adubação fosfatada no sulco e em faixa sob palhada de leguminosa e produtividade do milho em plantio direto no Tocantins. **Revista Ceres**, 55(2): 109-116.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Acompanhamento da safra brasileira: grãos, décimo levantamento, safra 2013/2014, Brasília, 2011. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_07_15_11_03_18_boletim_julho_-_2011..pdf>. Acesso em: 30 maio/2015.
- CRUSCIOL, C.A.C.; SORATTO, R.P.; SILVA, L.M.; LEMOS, L.B. (2007). Fontes e doses de nitrogênio para o feijoeiro em sucessão a gramíneas no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 31(6): 1545-1552.
- DUARTE JÚNIOR, J. B.; COELHO, F. C. (2008). Adubos verdes e seus efeitos no rendimento da cana-de-açúcar no sistema de plantio direto. **Bragantia**, 67(3): 723-732.
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. (2005). Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. **Advances in Agronomy**, Maryland Heights, 88: 97-185.
- FAO. Food balance sheets. (2010). Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/368/DesktopDefault.aspx?PageID=368#ancor>>. Acesso em: 25 set. 2015.
- FERREIRA, A. C de. B.; ANDRADE, M. J. B. de.; ARAÚJO, G. A. de. A. (2004). Nutrição e adubação do feijoeiro. **Informe Agropecuário**, 25: 61-72.

- FERREIRA, E. P.; B; STONE, L. F.; DIDONET, A.D. (2013). Green manure species and sowing time effects on the agronomic performance of common bean. **Agronomy Journal**, 105: 1721–1727.
- FERREIRA, E. P de, B.; STONE, L. F.; PARTELLI, F. L.; DIDONET, A. D. (2011). Produtividade do feijoeiro comum influenciada por plantas de cobertura e sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 15(7): 695-701.
- FERREIRA, M. C.; PELOSO, M. J. D.; FARIA, L. C. de. **Feijão na Economia Nacional**. Concórdia: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. 47p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 135).
- FONTES, P. C. R. 2011. Nutrição mineral de plantas: avaliação e diagnose. Viçosa-MG, Arka.
- FRANÇA, C.G.de.; DEL GROSSI, M.E.; MARQUES, V.P.M. de A.(Ed.). 2009. 96p. **O Censo Agropecuário 2006 e a agricultura familiar no Brasil**. Brasília, DF: MDA.
- GAMA-RODRIGUES, A. C.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; BRITO, E. C. (2007). Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de plantas de cobertura em argissolo vermelho-amarelo na região noroeste fluminense (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 31: 1421-1428.
- MARTINEZ, H. E. P; CARVALHO, J. G.; SOUZA, R. B. (1999). Diagnose foliar. In: **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (5º Aproximação)**. RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G; ALVAREZ V.V. H. (eds). CFSEMG, p. 143-167.
- MINGOTTE, F. L. C.; YADA, M. M.; JARDIM, C. A.; LEMOS, L. B.; FORNASIERI FILHO, D. (2012). Análise econômica da adubação nitrogenada no feijoeiro em sucessão a milho e braquiária no plantio direto. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, 1(1): 112-119.
- MOREIRA, G.B.L.; PEGORARO, R.F.; VIEIRA, N.M.B.; BORGES, I.; KONDO, M.K. (2013). Desempenho agrônômico do feijoeiro com doses de nitrogênio em semeadura e cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 17(8): 818-823.

- NUNES, U. R.; ANDRADE JÚNIOR, V. C.; SILVA E de. B.; SANTOS, N. F.; COSTA, H. A. O.; FERREIRA, C. A. (2006). Produção de palhada de plantas de cobertura e rendimento do feijão em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 41: 943-948.
- OLIVEIRA, F.L.; GOSCH, M.; PADOVAN, M.P. (2007). Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e decomposição de resíduos de leguminosas em solo de várzea do Estado do Tocantins, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, 2, 1501-1504.
- OLIVEIRA, T. K de; CARVALHO, G. J de; MORAES, R, N de, S. (2002). Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 37: 1079-1087.
- PORTES, T. A. Ecofisiologia. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Coords.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. p. 101- 137.
- SAEG Sistema para Análises Estatísticas, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.
- SILVEIRA, P. M da; BRAZ, A. J. B. P; KLIEMANN, H. J; ZIMMERMANN, F. J. P. (2005). Adubação nitrogenada no feijoeiro cultivado sob plantio direto em sucessão de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 40: 377-381.
- SIMIDU, H. M; SÁ, M. E. de.; SOUZA, L. C. D. de.; ABRANTES, F. de. L.; SILVA, M. P. da.; ARF, O. (2010). Efeito do adubo verde e época de semeadura sobre a produtividade do feijão, em plantio direto em região de cerrado. **Acta Scientiarum Agronomy**, 32: 309-315.
- SORATTO, R. P.; CARVALHO, M. A. C.; ARF, O. (2006). Nitrogênio em cobertura no feijoeiro cultivado em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 30(2): 259-265.
- SOUZA, E. de. F. C. **Adubação nitrogenada e inoculação com rizóbio no feijoeiro em sucessão ao milho consorciado com braquiárias no sistema plantio direto**. 2010.50f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, Botucatu, São Paulo. 2010.

- SOUZA, F. F. **Avaliação de pré-cultivos de leguminosas ao feijoeiro em cultivo solteiro e consorciado com cafeeiros**. 2014. 62p. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. 2014.
- SOUZA, L. C. D.; SÁ, M. E. de.; SILVA, M. P.; ABRANTES, F. L.; SIMIDU, H.M.; ARRUDA, N.; VALÉRIO FILHO, W.V. (2012). Efeito da adubação verde e época de semeadura de cultivares de feijão, sob sistema plantio direto, em região de cerrado. **Bioscience Journal**, 28(5): 699-708.
- VIANA, T. de. O.; VIEIRE, N.M.B.; MOREIRA, G.B.L.; BATISTA, R.O.; CARVALHO, S. J. P. de. C.; RODRIGUES, H.F.F. 2011. Adubação do feijoeiro cultivado no norte de Minas Gerais com nitrogênio e fósforo. **Revista Ceres**, 58(1): 115-120.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos dois experimentos realizados, tanto no efeito residual da *Crotalaria juncea* L. sob um novo plantio de cafeeiro como no efeito residual do feijão-de-porco e do lablabe em duas épocas (safra “da seca” e “das águas”) de cultivo de feijoeiro, ambos tiveram o pressuposto que gradualmente as leguminosas liberariam seus nutrientes para os próximos cultivos, visto que, o N das leguminosas tem na sua dinâmica uma série de fatores que pode proporcionar ou retardar essa liberação, além das perdas envolvidas nos processos de absorção do N pelas raízes das plantas. E por ser um nutriente requerido em grande quantidade tanto pelo cafeeiro quanto pelo feijoeiro, a adubação nitrogenada é importante para o sucesso dos cultivos subsequentes.

Tanto no experimento com efeito do nitrogênio residual da crotalária em três períodos de pré-cultivo da crotalária no cultivo anterior no cafeeiro (5,7 e 9 meses) como no efeito do nitrogênio residual da lablabe e do feijão-de-porco em duas épocas de cultivo do feijoeiro, a ausência de adubação no momento de implantação dos experimentos na mesma área foi determinante para verificar se existia ou não, o efeito residual dessas leguminosas sob os cultivos de feijoeiro e cafeeiro, com o objetivo de aumentar o conhecimento científico e os possíveis benefícios da sua utilização nos sistemas de cultivos subsequentes.

Os dois experimentos tiveram o pressuposto que poucos estudos enfocam e abordam a quantidade dos efeitos residuais dos nutrientes, principalmente do N, provenientes das leguminosas utilizadas como adubos verdes sob as culturas de sucessão. Deve-se considerar que uma série de fatores climáticos e intrínsecos influencia nesta absorção de nutrientes da leguminosa tanto para a cultura do feijoeiro e do cafeeiro.

Trabalhos complementares avaliando a contribuição da microbiota na mineralização do N do solo para a planta e a sua relação com o carbono são importantes para analisar com maior efeito a contribuição da leguminosa em cultivos subsequentes. A quantificação das perdas de N, e de demais nutrientes que afetam a sua dinâmica no sistema de cultivos, como, por exemplo, o Molibdênio (Mo), e a avaliação do ¹⁵N derivado da leguminosa no cafeeiro são importantes para detectar o quanto do nitrogênio derivado da leguminosa influenciará positivamente a cultura de interesse.

Uma ponderação que deve ser considerada no experimento com efeito residual da crotalária em três períodos de pré-cultivo anterior no cafeeiro é o fato de que a retirada dos tratamentos em tempos diferentes no primeiro cultivo, com a análise destrutiva da planta, pode ter influenciado na dinâmica do N no sistema e ocasionado perdas, volatilizações ou imobilizações. Neste caso, os teores de N restantes refletiram a capacidade do solo de reter o nutriente residual.

Em relação ao feijoeiro, a adubação das leguminosas em seu cultivo é necessária devido aos relatos de baixa fixação biológica do N (FBN) do feijoeiro. Além de haver outros fatores que influenciam na fixação do N, o aporte e liberação da quantidade dos nutrientes derivados da leguminosa, através da sua decomposição e da sua sincronia temporária e da necessidade nutricional das culturas, tem que ser levados em conta para a avaliação do efeito residual da adubação verde em cultivos agrícolas.

Os resultados encontrados para o feijoeiro foram positivos à medida que houve efeito residual dos pré-cultivos lablabe e feijão-de-porco influenciando o cultivo do feijoeiro tanto na safra “das águas” e quanto na “safra seca”, atingindo patamares altos de produtividade. E para o cafeeiro, a crotalária contribuiu de forma residual no solo com aumento dos teores de N total encontrados nas diferentes profundidades e com influência positiva na altura dos novos cafés.

Reafirmando as considerações presentes, a adubação verde torna-se uma técnica que implica em ganhos positivos tanto para o cafeeiro quanto para o feijoeiro em cultivos subsequentes sob o efeito residual das leguminosas utilizadas nestes cultivos.