

IZABEL CRISTINA VAZ FERREIRA DE ARAUJO

**PRODUTIVIDADE DE CAFEIROS ADUBADOS COM FERTILIZANTES
ORGÂNICOS EM CONSÓRCIO COM ADUBOS VERDES**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2015

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

T

A663p
2015

Araujo, Izabel Cristina Vaz Ferreira de, 1984-
Produtividade de cafeeiros adubados com fertilizantes
orgânicos em consórcio com adubos verdes / Izabel Cristina Vaz
Ferreira de Araujo. – Viçosa, MG, 2015.
viii, 65f. : il. ; 29 cm.

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

1. *Coffea arabica*. 2. Café - Cultivo. 3. Café - Produção.
4. Adubos e fertilizantes orgânicos. 5. Solo - Efeito do
nitrogênio. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de
Fitotecnia. Programa de Pós-graduação em Fitotecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 633.73

IZABEL CRISTINA VAZ FERREIRA DE ARAUJO

**PRODUTIVIDADE DE CAFEEIROS ADUBADOS COM FERTILIZANTES
ORGÂNICOS EM CONSÓRCIO COM ADUBOS VERDES**

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

APROVADA: 11 de setembro de 2015.

Davi Lopes do Carmo

Yonara Poltronieri Neves

Teógenes Senna de Oliveira

Herminia Emilia Prieto Martinez
(Coorientadora)

Ricardo Henrique Silva Santos
(Orientador)

À Deus
Ao meu filho, Luiz
Ao meu marido, Vinicius
Aos irmãos Márcio Junior e Tereza
Aos meus pais, Márcio e Maria.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me dado sabedoria e paz para trilhar meu caminho até esse momento.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Fitotecnia pela oportunidade de realizar o curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa.

Ao professor Ricardo Henrique Silva Santos, pela orientação e incentivo.

Ao professor Paulo Roberto Cecon pela orientação e amizade durante o curso.

Aos colegas do laboratório de agroecologia.

Aos funcionários da Horta Velha da UFV, que contribuíram fortemente para realização desta pesquisa.

Ao grande amigo Sr. Nonô e Sra. Marlene que me acolheram como uma filha.

Aos amigos que de alguma forma contribuíram para que mais uma etapa da minha vida fosse trilhada.

Aos amigos Thiago, Bianca e Amanda por fazerem parte dessa realização.

Em especial, ao meu super marido Alisson Vinicius de Araujo, por ser meu grande companheiro, e ao meu filho Luiz Vaz Ferreira de Araujo que é fonte de toda minha vida e inspiração.

BIOGRAFIA

IZABEL CRISTINA VAZ FERREIRA DE ARAUJO, filha de Márcio Protásio Vaz Ferreira e Maria José Pereira Vaz Ferreira, nasceu no dia 03 de setembro de 1984, no município de Belo Horizonte, Minas Gerais.

Em março de 2004, ingressou na Universidade Federal de Minas Gerais, onde graduou-se em Agronomia, obtendo o título em janeiro de 2009.

Em fevereiro de 2009, iniciou o curso de Mestrado em Ciências Agrárias, com área de concentração em Agroecologia, na Universidade Federal de Minas Gerais, obtendo o título em fevereiro de 2011.

Em fevereiro de 2011, iniciou o curso de Doutorado em Fitotecnia, com área de concentração em Agroecologia, na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa em setembro de 2015.

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	4
CAPÍTULO I: ACÚMULO DE MATÉRIA SECA E DE N EM ADUBOS VERDES CONSORCIADOS COM CAFEEIROS DURANTE SETE ANOS	6
RESUMO	6
INTRODUÇÃO	7
MATERIAL E MÉTODOS	8
RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
CONCLUSÕES	17
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
CAPÍTULO II: CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE CAFEEIROS CONSORCIADOS COM ADUBOS VERDES DURANTE SETE ANOS – I. Comparações entre espécies, tempo de consórcio, doses de adubo orgânico e cafeeiro em monocultivo.....	22
RESUMO	22
INTRODUÇÃO	23
MATERIAL E MÉTODOS	25
RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
CONCLUSÕES	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
CAPÍTULO III: CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE CAFEEIROS CONSORCIADOS COM ADUBOS VERDES DURANTE SETE ANOS – II. Comparações entre espécies, tempo de consórcio e doses de adubo orgânico	39
RESUMO	39
INTRODUÇÃO	40
MATERIAL E MÉTODOS	42
RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
CONCLUSÕES	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
CONSIDERAÇÕES FINAIS	64

RESUMO

ARAÚJO, Izabel Cristina Vaz Ferreira de, D.Sc, Universidade Federal de Viçosa, setembro de 2015. **Produtividade de cafeeiros adubados com fertilizantes orgânicos em consórcio com adubos verdes**. Orientador: Ricardo Henrique Silva Santos. Coorientadores: Herminia Emilia Prieto Martinez e Segundo Sacramento Urquiaga Caballero.

A adubação verde de cafezais aumenta o aporte de N no sistema e melhora as condições químicas, físicas e biológicas do solo. Apesar desses benefícios, pesquisas sugerem que o crescimento e a produção dos cafeeiros são reduzidos pelo cultivo consorciado com adubos verdes. Porém, tais pesquisas não avaliaram o efeito residual da adubação verde sobre os cafeeiros ao longo dos anos de cultivo consorciado. A deposição de material proveniente de adubos verdes, rico em nutrientes, com baixa relação C/N, baixos teores de lignina e polifenóis, ao longo dos anos aumenta o estoque de N do solo. Objetivou-se determinar os impactos das espécies de adubo verde e dos períodos de consorciação sobre o crescimento e a produtividade de cafeeiros adubados com 50% e 100% da dose de fertilizante orgânico recomendado para suprir a demanda N, após sete anos de cultivo consorciado. O experimento foi implantado em esquema de parcela subdividida, $(2 \times 4 \times 2) + 2$, onde a parcela foi composta por dois sistemas de consórcios (cafeeiro x *Canavalia ensiformis* e cafeeiro x *Dolichos lab lab*), a subparcela, por quatro períodos de consorciação dos cafeeiros com os adubos verdes (30, 60, 90 e 120 dias após a semeadura) e subsubparcela por duas doses de adubação para os cafeeiros (50% e 100% do fertilizante orgânico recomendado para suprir a necessidade de N). Os dois tratamentos adicionais consistiram nas testemunhas absolutas, café solteiro adubado com 50% e 100% de fertilizante orgânico. O delineamento utilizado foi de blocos casualizados, com cinco repetições. Em geral o *C. ensiformis* acumulou mais matéria seca e N do que o *D. lab lab*, nos anos iniciais. O crescimento dos cafeeiros em altura e diâmetro de copa ao longo dos anos de cultivo em consórcio provocou reduções no acúmulo de matéria seca e N dos adubos verdes, principalmente, do *C. ensiformis*. O incremento em diâmetro de copa é estimulado pelo cultivo de *C. ensiformis* por até 90 dias. Os cafeeiros consorciados com *C. ensiformis*, por 30 dias, são mais produtivos do que quando consorciados com *D. lab lab*. O consórcio com *C. ensiformis* por períodos superiores à 54 dias aumentam a produtividade de café do sistema. A adubação orgânica dos cafeeiros pode ser reduzida em 50% quando esses são consorciados *C. ensiformis* independente do período de consorciação utilizado. O consórcio entre *D. lab lab* e cafeeiros por 120 dias causa redução na produção de café.

ABSTRACT

ARAUJO, Izabel Cristina Vaz Ferreira de, D.Sc, Universidade Federal de Viçosa, September, 2015. **Coffee productivity fertilized with organic fertilizer intercropping in with green manure.** Adviser: Ricardo Henrique Silva Santos. Co-advisers: Herminia Emilia Prieto Martinez and Segundo Sacramento Urquiaga Caballero.

The fertilization with coffee plantations of green manure increases the N supply in the system and improves the chemical, physical and biological soil. Despite these benefits, research suggests that the growth and production of coffee are reduced by intercropping with green manure. However, such research did not evaluate the residual effect of green manure on the coffee over the years of intercropping. The deposition material from green manure rich in nutrients, with a low ratio C/N, low lignin and polyphenols, over the years increases the inventory of N soil. This study aimed to determine the impacts of species of green manure and periods of intercropping on the growth and coffee productivity fertilized with 50% and 100% of organic fertilizer dose recommended to meet the N demand, after seven years of intercropping. The experiment was established in split-split plot scheme (2x4x2)+2, where the plot consisted of two intercropping systems (coffee plant x *Canavalia ensiformis* e coffee plant x *Dolichos lab lab*), the splitplot, four periods of intercropping of coffee plant with green manure (30, 60, 90 and 120 days after sowing) and split-split plot two levels fertilizer for coffee plant (50% and 100% the organic fertilizer recommended to meet the need of N). The two additional treatments consist absolute control treatment, coffee plant monoculture was fertilized with 50% and 100% organic fertilizer. The design was a randomized complete block design with five repetitions. In general, *C. ensiformis* accumulated more dry matter and N than *D. lab lab* in the early years. The growth of coffee plant in height and crown diameter over the years cultivation in intercropping caused reductions in dry matter and N in green manures, especially the *C. ensiformis*. The increase in crown diameter is stimulated by *C. ensiformis* farming up to 90 days. The coffee plant intercropping with *C. ensiformis*, for 30 days, are more productive than when intercropped with *D. lab lab*. The intercropping with *C. ensiformis* for periods longer than 54 days there is increase coffee productivity. The organic fertilization of coffee can be reduced by 50% when these are intercropping *C. ensiformis* independent of the growing season this green manure. The intercropping *D. lab lab* and coffee for 120 days causes a reduction in coffee production.

INTRODUÇÃO GERAL

A maior valorização e lucratividade dos produtos orgânicos aliado ao uso racional dos recursos naturais tem levado os cafeicultores a adotar o cultivo orgânico (Mafrá et al., 2013). Conforme estudo realizado pelas instituições FiBL-Research Institute of Organic Agriculture e IFOAM - Organics International (2015), o mercado de produtos orgânicos cresce, em média, 10% ao ano, e, apenas no Brasil, movimentada cerca de 700 milhões de euros. O país é um dos únicos capazes de aumentar a produção de café em até 20%, e suprir a demanda crescente pelo produto tanto no mercado interno quanto no mercado externo (Gomes e Rosado, 2005).

Para elevar a produtividade é necessário aumentar o investimento em adubação. Uma lavoura de *Coffea arabica* L. cv Mundo Novo, plantada há 40 meses e com densidade de 4.000 plantas ha⁻¹, acumula em ramos, folhas e flores, cerca de 335,7 kg ha⁻¹ de N (Malavolta et al., 2002) e exporta, aproximadamente, 165,5 kg ha⁻¹ de N em seus frutos, anualmente (Fenilli et al., 2008). Para suprir essa grande demanda existem diferentes fontes de nutrientes que podem ser utilizadas: fertilizantes de alta solubilidade, dejetos de animais, compostos orgânicos e adubos verdes.

Contudo a legislação que trata de produtos orgânicos restringe o uso de fertilizantes de alta solubilidade e permite apenas que outras técnicas mais sustentáveis como, a adubação verde sejam utilizadas para introduzir nutrientes no agroecossistemas.

Os adubos verdes proporcionam proteção contra erosão laminar e promove a ciclagem de nutrientes entre as camadas do solo (Balota e Chaves, 2011). Dentre as espécies estudadas as fabáceas são as que despertam maior interesse, por estabelecerem relações de simbioses com bactérias fixadoras e incorporarem N atmosférico ao agroecossistema (Gama-Rodrigues et al., 2007). Um dos principais desafios para o emprego de adubos verdes em consórcio com cafeeiros está em estabelecer o manejo adequado para ambas espécies e sincronizar a disponibilização de nutrientes da adubação verde com a demanda do cafeeiro.

O cultivo de crotalaria (*Crotalaria juncea* L.) nas entrelinhas dos cafeeiros elevou o teor de N nas folhas e o crescimento das plantas de café (Ricci et al., 2005), e o consórcio com leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit) elevou significativamente os teores de N, P e C da biomassa microbiana do solo (Balota e Chaves, 2011). No consórcio entre cafeeiro arábica e os adubos verdes, crotalaria *spectabilis* (*Crotalaria spectabilis* Roth), crotalaria, mucuna anã (*Stizolobium deeringeanum* Bort.) e soja forrageira (*Glycine max* (L.) Merrill), a produção de café

não foi alterada, mas quando se utilizou o guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) o crescimento e a produção dos cafeeiros diminuiu (Paulo et al., 2006).

O aporte de N proveniente da fixação biológica é proporcional ao acúmulo de matéria seca do adubo verde. Contudo pesquisas demonstram que a produção de café se correlaciona negativamente com o acúmulo de matéria seca dos adubos verdes, quando essas espécies são cultivadas em consórcio (Paulo et al., 2001). A principal causa da queda na produtividade dos cafeeiros está na competição por água, luz e nutrientes (Paulo et al., 2001).

O uso de espécies herbáceas diminui a competição por luz nos consórcios. Os adubos verdes anuais e herbáceos caracterizam-se pela menor relação C/N, baixos teores de polifenóis e lignina e pela mineralização rápida de N (Carvalho et al., 2006). Na literatura observou-se que o ponto de corte recomendado para manejo dessas plantas coincide com o período de pleno florescimento e máxima concentração de N na parte aérea (Carvalho et al., 2006). Porém, o florescimento das espécies de adubo verde ocorre em momentos distintos, o que dificulta a comparação de um sistema de consórcio com outro (Partelli et al., 2011).

Quando se estabelece o ponto de corte com base no período de consorciação percebe-se que existem variações nos resultados. O feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC) apresenta florescimento precoce entre 80 e 90 dias, enquanto o lablabe (*Dolichos lab lab* L.) floresce com, aproximadamente, 150 dias (Carvalho et al., 2006). A produtividade de café reduziu-se linearmente em função do aumento no período de consorciação de 30 dias para 120 dias, quando o consórcio foi realizado com feijão-de-porco, enquanto o lablabe reduziu a produtividade de café somente até o 54º dia de consórcio (Moreira et al., 2014). Apesar desse estudo ter sido realizado durante dois anos apenas, os resultados evidenciam uma diferença clara de comportamento dos cafeeiros nos dois sistemas de consórcio.

Cafeeiros consorciados com flemingia (*Flemingia congesta* Roxb. Ex W. T. Aiton) e mucuna (*Mucuna aterrima*) apresentaram aumento da produção e, somente o feijão-de-porco, diminuiu o diâmetro de copa e altura dos cafeeiros (Bergo et al., 2006). Por outro lado, Partelli et al. (2011) demonstraram que o crescimento de café Conilon não foi alterado pelo consórcio com feijão-de-porco, mucuna e guandu.

Além das diferenças que existem entre as espécies de adubo verde, a adubação mineral ou orgânica fornecida ao cafeeiro pode mascarar os efeitos benéficos (aporte de N, ciclagem de nutrientes e enriquecimento da matéria seca microbiana do solo) que a

adubação verde pode trazer ao agroecossistema. A adubação nitrogenada não influenciou a produção dos cafeeiros consorciados com adubos verdes (Bergo et al., 2006), provavelmente, porque o aporte de matéria seca nesse tipo de sistema é maior e enriquece a matéria orgânica do solo e aumenta os estoques de nutrientes do solo.

Objetivou-se com este trabalho avaliar os impactos do feijão-de-porco e lablabe e dos períodos de consorciação sobre o crescimento e a produtividade de cafeeiros adubados com 50% e 100% do fertilizante orgânico, bem como o efeito desses consórcios sobre o acúmulo de matéria seca e N dos adubos verdes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALOTA, E.L.; CHAVES, J.C.D. Microbial activity in soil cultivated with different summer legumes in coffee crop. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.54, n.1, p.35-44, 2011.
- BERGO, L.C.; PACHECO, E.P.; MENDONÇA, H.A.; MARINHO, J.T.S. Avaliação de espécies leguminosas na formação de cafezais no segmento da agricultura familiar no Acre. **Acta Amazônica**, v.36, n.1, p.19-24. 2006.
- CARVALHO, A.M.; AMABILE, R.F (ed.). **Cerrado: Adubação verde**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006, 369p.
- FENILLI, T.A.B.; REICHARDT, K.; FAVARIN, J.L.; BACCHI, O.O.S.; SILVA, A.L.; TIMM, L.C. Fertilizer 15N balance in a coffee cropping system: a case study in Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.4, p. 1459-1569, 2008.
- GAMA-RODRIGUES, A.C.; GAMA-RODRIGUES, E.F.; BRITO, E.C. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho-Amarelo na região Noroeste Fluminense (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n.6, p. 1421-1428, 2007.
- GOMES, M.F.M.; ROSADO, P.L. Mudança na produtividade dos fatores de produção da cafeicultura nas principais regiões produtoras do Brasil. **Revista de Economia Sociologia Rural**, v.43, n.4, 2005.
- LIMA FILHO, O.F.; AMBROSANO, E.J.; ROSSI, F.; CARLOS, J.A.P.D (ed.). **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil**, v.1, Brasília, DF: Embrapa, 2014, 507 p.
- MAFRA, F.L.N.; CARDOSO, T.R.; MAFRA, L.A.S.; CAPPELLE, M.C.A. Motivações e Estratégias de Inserção no Contexto da Cafeicultura Orgânica: Um Estudo no Sul de Minas Gerais. **Administração Pública e Gestão Social**, v.5, n.2, p.80-87, 2013.
- MALAVOLTA, E.; FAVARIN, J.L.; MALAVOLTA, M.; CABRAL, C.P.; HEINRICH, R.; SILVEIRA, J.S.M. Repartição de nutrientes nos ramos, folhas e flores do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.7, p. 1017-1022, 2002.
- MOREIRA, G.M.; BARRELLA, T.P.; NETO, F.L.M.; MARTINEZ, H.E.P.; SANTOS, R.H.S. Consorciação em cafeeiros orgânicos por diferentes períodos com feijão-deporco ou lablabe, **Coffee Science**, v.9, n.4, p.456-464, 2014.

- PARTELLI, F.L.; VIEIRA, H.D.; FERREIRA, E.P.B.; VIANA, A.P.; ESPINDOLA, J.A.A.; URGUAGA, S.; BODDEY, R.M. Biologic dinitrogen fixation and nutrient cycling in cover crops and their effect on organic Conilon coffee. **Semina**, v.32, n.3, p.995-1006, 2011.
- PAULO, E.M.; BERTON, R.S.; CAVICHIOLI, J.C.; BULISANI, E.A.; KASAI, F.S. Produtividade do café Apotã em consórcio com leguminosas na região da alta paulista. **Bragantia**, v.60, n.3, p.195-199. 2001.
- PAULO, E.M.; BERTON, R.S.; CAVICHIOLI, J.C.; BULISANI, E.A.; KASAI, F.S. Produtividade do cafeeiro Mundo Novo enxertado e submetido à adubação verde antes e após recepa da lavoura. **Bragantia**, v.65, n.1, p.115-120. 2006.
- RESEARCH INSTITUTE OF ORGANIC AGRICULTURE – FiBL; ORGANICS INTERNATIONAL – IFOAM. **The world of organic agriculture: Statistics & emerging trend**. FiBL, Forschungsinstitut für biologischen Landbau & IFOAM, International Federation of Organic Agriculture Movement, 2015, 306 p.
- RICCI, M.S.F.; ALVES, B.J.R.; MIRANDA, S.C.; OLIVEIRA, F.F. Growth rate and nutritional status of an organic coffee cropping system. **Scientia Agricola**, v.62, n.2, p.138-144. 2005.

CAPÍTULO I

ACÚMULO DE MATÉRIA SECA E DE N EM ADUBOS VERDES CONSORCIADOS COM CAFEEIROS DURANTE SETE ANOS

RESUMO

Estudos indicam a viabilidade do uso da adubação verde em cultivos perenes. Porém, não existem informações suficientes sobre o comportamento plantas de adubo verde em consórcio. Assim, objetivou-se, determinar o acúmulo de matéria seca e de N nos adubos verdes, *Canavalia ensiformis* (L.) DC. e *Dolichos lab lab* L., cultivados em consórcio com cafeeiros. O experimento foi implantado em esquema de parcelas subdivididas no tempo. O delineamento adotado foi o de blocos casualizados, com cinco repetições. A parcela foi composta por duas espécies de adubos verdes (*C. ensiformis* e *D. lab lab*), a subparcela, por quatro períodos de consorciação dos adubos verdes com os cafeeiros (30, 60, 90 e 120 dias após a semeadura) e a subsubparcela, por sete anos de cultivo. Em todos os anos determinaram-se a altura e o diâmetro de copa dos cafeeiros e quantificaram-se o acúmulo de matéria seca e de N na parte aérea dos adubos verdes. O *C. ensiformis* produziu mais matéria seca e acumulou mais N do que o *D. lab lab* nos primeiros quatro anos de cultivo. Contudo, o acúmulo de matéria seca e de N desse adubo verde diminuíram com o crescimento dos cafeeiros ao longo dos anos. Os acúmulos de matéria seca e de N pelo *D. lab lab* no período de consorciação de 30 e 60 dias diminuíram ao longo dos anos.

Palavras-chave: feijão-de-porco, lablabe, *Coffea arabica*, competição, planta de cobertura

INTRODUÇÃO

Existem estudos com uso de adubos verdes em rotação com culturas anuais, como arroz (Shah et al., 2011), milho (Salahin et al., 2013) e trigo (Shah et al., 2011), bem como, em consórcio com culturas perenes, como bananeira (Espindola et al., 2006; Perin et al., 2009), cafeeiro (Paulo et al., 2006; Moreira et al., 2014), laranjeira (Rogozo et al., 2014), mangueira (Paulino et al., 2009) e mamoeiro (Cruz et al., 2014). Porém, são incipientes as pesquisas que estudam o efeito das culturas de interesse sobre os adubos verdes, ao longo tempo, quando essas plantas são cultivada em sistemas de consórcio.

Os estudos realizados quanto aos consórcios entre adubos verdes e cafeeiros apresentam poucas informações a respeito das interações ecológicas que ocorrem entre as espécies e por qual período essas plantas poderiam permanecer consorciadas. Em geral, tem-se adotado como padrão para corte dos adubos verde o estágio de pleno florescimento, pois, dessa maneira, o corte ocorrerá no momento em que a planta apresenta maior teor de N (Lima Filho et al., 2014). Contudo, o ciclo vegetativo das espécies de adubo verde não são iguais e variar conforme à época de semeadura e às características ambientais de cada região. Em estudos realizados por Paulo et al. (2001, 2006) demonstraram que o acúmulo de massa dos adubos verdes é influenciado pela espécie e pelo tempo, podendo ocorrer queda ou aumento na produção de matéria seca. Esses autores ainda observaram que cafeeiros consorciados com guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.), uma espécie de adubo verde que floresce em, aproximadamente, 150 dias, foram menos produtivos do que quando os cafeeiros foram consorciados com espécies de ciclo vegetativo curto, em torno de 90 dias.

Visando encontrar um ponto de equilíbrio entre as relações ecológicas que ocorrem dentro do sistema de consórcio e assim obter resultados positivos com o uso de adubos verdes, alguns pesquisadores tem sugerido a antecipação do corte dos adubos verdes (Araújo et al., 2007; Moreira et al., 2014).

As plantas consorciadas podem apresentar funções complementares e tornar mais produtivo o agroecossistema (Miyazawa et al., 2010). Alguns sistemas de consórcio proporcionam maior acúmulo de N pelo adubo verde do que o cultivo solteiro (Miyazawa et al., 2010). Isso ocorre porque a planta que possui parte aérea mais plástica pode modificar sua arquitetura e direcionar o crescimento dos ramos para explorar espaços vazios, e assegurar o acesso à luz, quando essa se encontra em ambiente de competição (Ford, 2014). Assim, verifica-se que o sucesso de um sistema de consórcio

não depende apenas da compreensão de como o adubo verde influencia o desenvolvimento da cultura de interesse, mas também como o comportamento dos adubos verdes pode ser alterado por esse tipo de sistema.

O feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes* (L.) DC.), é uma espécie que apresenta hábito de crescimento determinado e ciclo de vida curto, com boa adaptação à temperaturas elevadas, o sombreamento parcial e à solos com baixa fertilidade, possui sistema radicular profundo, o que lhe confere resistência ao déficit hídrico (Lima Filho et al., 2014). O lablabe (*Dolichos lab lab* L.), é uma espécie que pode ser consorciada com culturas perenes, possui hábito de crescimento indeterminado e trepador, se desenvolve melhor em ambientes com temperatura entre 18 e 25 °C e assim como o feijão-de-porco, é indicado para o cultivo em consórcio com culturas perenes (Lima Filho et al., 2014).

Em cultivos solteiros os adubos verdes como feijão-de-porco e lablabe produzem em média 5,3 e 7,1 Mg ha⁻¹ de matéria seca, respectivamente, o que se traduz em um acúmulo de cerca de 146,2 kg ha⁻¹ de N provenientes do feijão-de-porco e 168,2 kg ha⁻¹ de N oriundos do lablabe (Lima Filho et al., 2014). Quando o feijão-de-porco é semeado simultaneamente com o milho no período de primavera/verão, o rápido desenvolvimento do milho diminui o acúmulo de matéria seca desse adubo verde (Perin et al., 2007). O mesmo também ocorre quando o feijão-de-porco é cultivado em consórcio com cafeeiros (Moreira et al., 2014). Já, para o lablabe o consórcio com cafeeiros não provocou redução no acúmulo de matéria seca (Moreira et al., 2014). Isso porque, conforme Baligar et al. (2006), o acúmulo de matéria seca do lablabe não é afetado pela redução de luz no ambiente, como ocorre em cultivos de cacão, café e banana.

Dessa forma, objetivou-se determinar o acúmulo de matéria seca e de N em plantas de feijão-de-porco e de lablabe que permaneceram por diferentes períodos em consórcio com cafeeiros, durante sete anos de cultivo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no município de Viçosa, Minas Gerais, em uma área localizada à 20°45'14" sul, 42°52'53" oeste e altitude de 650 m. A região possui clima do tipo "Cwb", mesotérmico úmido, com verão chuvoso e inverno seco (Vinello e Alves, 1991). Os tipos de solos que predominaram na área experimental foram Latossolos Vermelho-Amarelo distrófico que apresentavam as seguintes características

químicas na camada de 0 a 20 cm, antes da implantação do experimento: pH (H₂O) = 6,0; P = 14,8 mg dm⁻³; K = 69,8 mg dm⁻³; Ca²⁺ = 2,0 cmol_c dm³; Mg²⁺ = 0,7 cmol_c dm³; Al³⁺ = 0,0 cmol_c dm³; H+Al = 3,96 cmol_c dm³; SB = 2,88; t = 2,88 cmol_c dm³; T = 6,84 cmol_c dm³; V = 42%; m = 0,0%; P remanescente = 24,2 mg L⁻¹.

O experimento foi implantado em esquema de parcelas subdivididas no tempo. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com cinco repetições. As parcelas foram compostas por duas espécies de adubo verde (feijão-de-porco (*C. ensiformes*) e lablabe (*D. lab lab*)), a subparcela, por quatro períodos de consorciação com cafeeiros (30, 60, 90 e 120 dias após a semeadura dos adubos verdes) e a subsubparcela, pelos sete anos de cultivo. Cada parcela foi constituída por três linhas de cafeeiros. O adubo verde foi semeado em três sulcos em cada entrelinha dos cafeeiros.

As informações quanto à precipitação mensal ocorrida durante os meses de cultivo dos adubos verdes em cada ano de condução do experimento, são apresentadas na Figura 1.

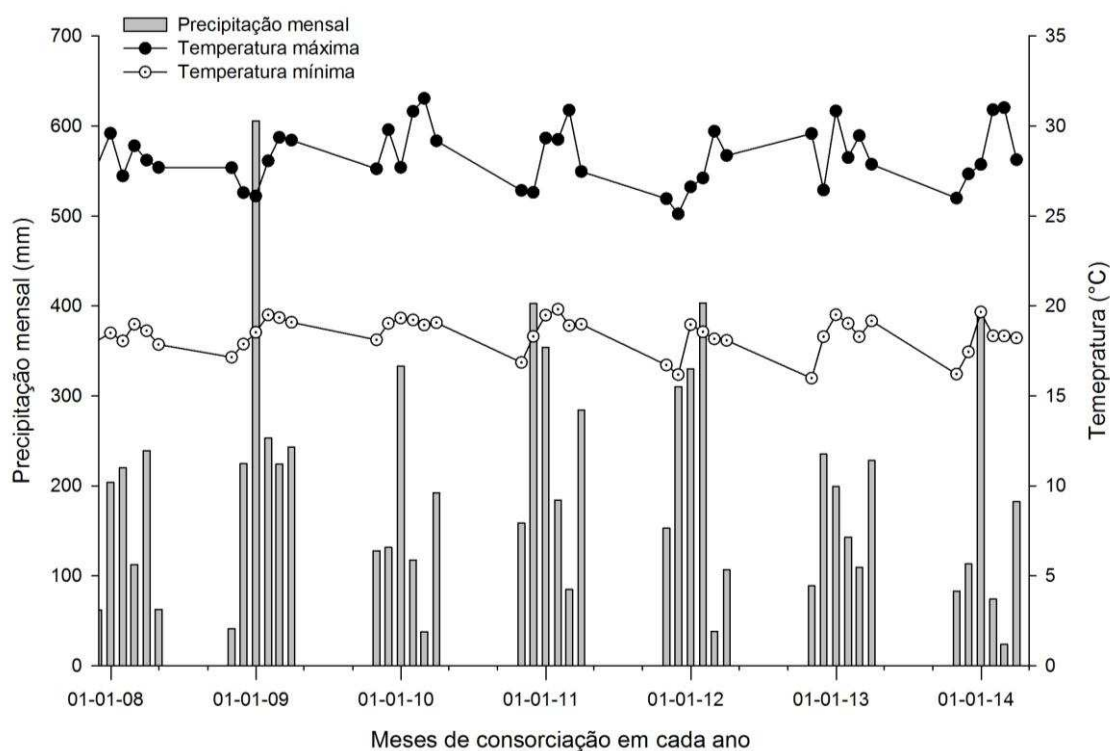


Figura 1. Precipitação mensal (mm), temperatura máxima média mensal (°C) e temperatura mínima média mensal (°C) observada no período de cultivo dos adubos verdes em consórcio com cafeeiros, ao longo dos anos de 2007 a 2014. As barras representam os meses nos quais conduziu-se o consórcio

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia, Estação Meteorológica A510, Viçosa-MG, 2014.

O consórcio entre adubos verdes e cafeeiros foi implantado desde o primeiro ano de cultivo, em 2007, tendo sido realizado em todos os anos até 2014. As mudas de *Coffea arabica* cv. Oeiras foram transplantadas, em espaçamento de 2,80 m x 0,75 m, resultando em uma população de 4.761 plantas ha⁻¹. Para adubação de plantio dos cafeeiros utilizaram-se, 3,0 L cova⁻¹ (750 g cova⁻¹) de cama de aviário 300 g cova⁻¹ de termofosfato Yoorin e 50 g cova⁻¹ de calcário. As adubações de cobertura foram realizadas com cama de aviário e torta de mamona, divididas em três aplicações distribuídas durante o período chuvoso de cada ano. A semeadura dos adubos verdes foi feita no início do período chuvoso (outubro), exceto no ano de 2007, quando os adubos verdes foram semeados em dezembro. As sementes foram distribuídas em sulcos espaçados 0,5 m, totalizando três linhas de adubo verde entre as linhas de café. A densidade foi de 6 sementes m⁻¹ linear para ambos adubos verdes. O manejo de plantas daninhas foi efetuado por meio de capina manual, 15 dias após a semeadura das plantas. Ao final de cada período de consórcio (30, 60, 90 e 120 dias após a semeadura), a parte aérea dos adubos verdes foi cortada ao nível do solo e o material vegetal foi distribuído sobre o solo, próximo ao caule dos cafeeiros.

No mês de setembro de cada ano foram determinados nos cafeeiros: a altura do ramo ortotrópico e o diâmetro de copa, medido no sentido transversal à linha de plantio do cafeeiro. Nos adubos verdes quantificaram-se o acúmulo de matéria fresca e seca e o teor de N na parte aérea.

Para tanto, ao final de cada período de consórcio, retiraram-se duas amostras da parte aérea dos adubos verdes, em uma área de 1 m², que foram imediatamente pesadas com auxílio de uma balança, obteve-se assim o acúmulo de matéria fresca por metro quadrado. O cálculo para determinar o acúmulo de matéria fresca por hectare foi realizado com base na porcentagem de área ocupada pelo adubo verde na área total do consórcio, que correspondeu a 43% do total. Uma subamostra de 300 g da matéria fresca dos adubos verdes foi submetida à secagem em estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de 65 °C, até massa constante. Determinou-se assim, a porcentagem de matéria seca das plantas e o acúmulo de matéria seca ha⁻¹.

Para determinação do teor de N na parte aérea dos adubos verdes, utilizou-se o método Kjeldahl, conforme descrito por Tedesco et al. (1995). O material vegetal seco foi triturado em moinho de faca tipo Wiley, com peneira de 20 mesh e, posteriormente, procederam-se a digestão, a destilação e a titulação.

Os dados foram submetidos à análises de variância, de regressão e de correlação. Quando necessário, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. A escolha dos modelos matemáticos da regressão foi feita com base no fenômeno biológico, no coeficiente de determinação e na análise de resíduos ao nível de 5% de probabilidade. Utilizou-se o Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os acúmulos de matéria seca e de N foram influenciados pelo efeito da interação entre os fatores tempo de cultivo dos cafeeiros, período de consócio e espécie de adubo verde (Tabelas 1 e 2; Figuras 2).

Não houve diferença entre o feijão-de-porco e o lablabe quanto ao acúmulo de matéria seca e N aos 30 dias de consorciação nos sete anos de cultivo (Tabela 1). Aos 90 dias de consorciação, o feijão-de-porco acumulou mais matéria seca e N do que o lablabe no primeiro, segundo, terceiro e quarto anos de cultivo e no período de 120 dias no primeiro e terceiro anos (Tabela 1). No quinto, sexto e sétimo anos os acúmulos de matéria seca foram similares para ambos adubos verdes.

Os teores de N foram, em média, 2,77% para o feijão-de-porco e 2,64% para o lablabe. Esses teores estão próximos aos encontrados na literatura para o feijão-de-porco (Teixeira et al., 2005; Lima Filho et al., 2014) e para o lablabe (Oliveira et al., 2010; Lima Filho et al., 2014). O acúmulo de N pelos adubos verdes foi influenciado, principalmente, pelo acúmulo de matéria seca o que fez com que os resultados apresentassem a mesma tendência (Figura 2C e D).

Conforme Teodoro et al. (2011) o ciclo vegetativo até pleno florescimento do feijão-de-porco e do lablabe dura, em média, 97 e 167 dias, respectivamente. Porém, o acúmulo de matéria seca do feijão-de-porco aumentou ao longo dos períodos de consorciação, mesmo com o florescimento das plantas ocorrendo com cerca de 90 dias após a semeadura (Tabela 1; Figura 2A). Esse ganho de massa após o florescimento aconteceu pela produção de vagens e sementes, pois essas são grandes e pesados e influenciaram positivamente o acúmulo de matéria seca no período de consócio de 120 dias.

Assim como foi feito neste trabalho, Moreira et al. (2014) avaliaram o consócio entre cafeeiros, com 2,5 anos de cultivo, e adubos verdes na Zona da Mata mineira e relataram que no primeiro ano o feijão-de-porco acumulou mais matéria seca do que o

lablabe. Porém, no segundo ano, os autores verificaram que o lablabe superou o feijão-de-porco na produção de matéria seca, o que contraria os resultados encontrados neste estudo. Durante os sete anos de cultivo o lablabe em nenhuma situação acumulou significativamente mais matéria seca do que o feijão-de-porco.

Outros estudos realizados também relataram a superioridade do feijão-de-porco em acumular mais matéria seca do que o lablabe, quando esses são cortados no estágio de pleno florescimento (Fávero et al., 2000; Carneiro et al., 2008). A maior capacidade de acúmulo de matéria seca demonstrada pelo feijão-de-porco, nos anos iniciais e num período que a intensidade de interferência do crescimento dos cafeeiros sobre o crescimento desse adubo verde foi menor, pode ser porque essa espécie possui sementes grandes e durante a germinação e o desenvolvimento inicial as plântulas receberam mais nutrientes das sementes (García-Cebrián et al., 2003; Hayashi et al., 2012; Taiz e Zeiger, 2013), por isso, apresentam crescimento inicial mais rápido do que as espécies que apresentam sementes menores, como o lablabe (Fávero et al., 2000; Teodoro et al., 2011). Ademais, o sistema radicular de plantas provenientes de sementes e de cotilédones grandes são mais vigorosos pela maior concentração e disponibilidade de compostos metabólicos (Bacilieri et al., 1993), o que aumenta as chances de estabelecimento da planta jovem em ambiente de competição (García-Cebrián et al., 2003).

Tabela 1. Matéria seca de feijão-de-porco (FP) e lablabe (LL) cultivados em consórcio com cafeeiros em função dos anos de cultivo dos cafeeiros e do período de consórcio

Ano de cultivo	30 dias		60 dias		90 dias		120 dias	
	FP	LL	FP	LL	FP	LL	FP	LL
	Mg ha^{-1}							
1°	1,78a	1,29a	4,24a	2,77b	4,92a	3,78b	5,35a	3,57b
2°	0,42a	0,13a	1,61a	0,85a	3,49a	2,12b	5,10a	5,47a
3°	0,49a	0,32a	2,31a	2,03a	7,83a	4,01b	6,71a	4,83b
4°	0,46a	0,23a	1,96a	1,44a	5,66a	3,07b	5,91a	5,18a
5°	0,25a	0,11a	1,38a	0,94a	2,00a	1,85a	3,70a	3,90a
6°	0,29a	0,11a	1,39a	1,11a	2,92a	2,89a	2,16a	2,99a
7°	0,08a	0,05a	0,43a	0,47a	1,26a	1,25a	1,87a	1,47a
C.V (%)	32,38							
	kg ha^{-1}							
1°	55,93a	32,49a	143,75a	82,90b	209,04a	86,63b	170,13a	100,29b
2°	11,33a	3,56a	59,32a	20,36b	121,60a	65,68b	153,38a	164,17a
3°	12,43a	9,32a	70,65a	52,87a	220,32a	99,70b	134,94a	69,55b
4°	12,24a	9,07a	72,43a	36,42a	198,04a	95,92b	174,68a	157,32a
5°	7,58a	2,77a	36,64a	22,17a	49,31a	44,22a	72,06a	77,62a
6°	8,81a	3,05a	32,36a	37,82a	99,06a	71,75a	47,26a	61,08a
7°	0,91a	0,46a	10,08a	10,85a	27,76a	30,55a	39,03a	31,17a
C.V (%)	36,86							

Medias seguidas de mesma letra na linha, em cada período de consorciação, não se diferenciam entre si pelo teste de Tukey, à 5% de probabilidade.

O rápido crescimento e velocidade de cobertura do solo pelo feijão-de-porco também foi relatado por Cardoso et al. (2013a), onde esse adubo verde se diferenciou do lablabe e outras seis espécies avaliadas. Segundo Cardoso et al. (2013a) o feijão-de-porco, após 45 dias de semeadura, é capaz de cobrir, aproximadamente, 80% do solo.

Além de ter ciclo curto, com florescimento ocorrendo em aproximadamente, 90 dias, o feijão-de-porco tolera bem situações de déficit hídrico e solos menos férteis (Carvalho e Amabile, 2006). Talvez, por apresentar raiz pivotante grande, que atinge, aproximadamente, 60 cm de profundidade. Ademais, o feijão-de-porco possui ação alelopática sobre outras espécies de plantas (Souza Fialho, 2003), um atributo vantajoso para convivência em ambientes complexos, onde possa ocorrer competição. O lablabe apresenta crescimento lento com ciclo vegetativo longo (aproximadamente, 156 dias até o florescimento), baixa tolerância ao déficit hídrico e à solos com baixa fertilidade (Teodoro et al., 2011). Por essas características é possível compreender porque o feijão-de-porco foi mais produtivo do que o lablabe, nos primeiros três anos de consórcio, no período de 90, pois, conforme verificado a precipitação foi maior no mês de dezembro e

menor nos meses de janeiro e fevereiro o que intensificou a competição por água nesses períodos (Figura 1).

De maneira geral, o acúmulo de matéria seca dos adubos verdes diminuiu ao longo dos anos de consorciação (Figura 2A e B). O feijão-de-porco apresentou reduções mais pronunciadas em todos os períodos de consorciação, principalmente, aos 90 e 120 dias, onde a queda na produção de matéria seca atingiu, respectivamente, 82% e 78% no último ano de cultivo (Figura 2A). A produção de matéria seca do lablabe foi menos afetada pela idade dos cafeeiros (Figura 2B). Nessa espécie, o acúmulo de matéria seca diminuiu nos períodos de consorciação de 30 e 60 dias a partir do segundo ano de cultivo. Já a produção de matéria seca do lablabe nos períodos de 90 e 120 dias de consorciação ajustou-se o modelo quadrático, obtendo maior acúmulo de matéria seca, 3,11 e 5,15 Mg ha⁻¹, respectivamente, entre o terceiro e quarto anos de cultivo (Figura 2B).

Com a análise de correlação entre a altura, diâmetro de copa dos cafeeiros e o acúmulo de matéria seca e de N dos adubos verdes, verificou-se que o crescimento dos cafeeiros afetou diretamente o desenvolvimento de ambos adubos verdes (Tabela 2). Observou-se que essa influencia negativa dos cafeeiros sobre o crescimento dos adubos verdes aconteceu de forma mais intensa nos períodos iniciais do consorciamento de 30 e 60 dias (Tabela 2).

A produção de matéria seca dos adubos verdes consorciados com cafeeiros adultos também diminuiu com o passar dos anos, no estudo realizado por Paulo et al. (2001), assim como ocorreu neste trabalho. Moreira et al. (2013) também estudaram o consórcio entre adubos verdes e cafeeiros e descreveram que a matéria seca acumulada pelo feijão-de-porco e pelo lablabe também diminuiriam.

Tabela 2. Coeficientes de correlação de acúmulo de matéria seca (MS), de nitrogênio (N) com diâmetro (Diam) e altura (Alt) dos cafeeiros ao longo de sete anos

Variáveis	Feijão-de-porco							
	30 dias		60 dias		90 dias		120 dias	
	Alt	Diam	Alt	Diam	Alt	Diam	Alt	Diam
MS	-0,73*	-0,68*	-0,71*	-0,76*	-0,43 ^{ns}	0,54 ^{ns}	-0,57 ^{ns}	-0,75*
N	-0,61*	-0,65*	-0,76*	-0,84*	-0,60 ^{ns}	0,70*	-0,72*	-0,90**
Variáveis	Lablabe							
	30 dias		60 dias		90 dias		120 dias	
	Alt	Diam	Alt	Diam	Alt	Diam	Alt	Diam
MS	-0,66*	-0,62*	-0,57 ^{ns}	-0,62 ^{ns}	-0,37 ^{ns}	-0,50 ^{ns}	-0,45 ^{ns}	-0,68 ^{ns}
N	-0,67*	-0,65*	-0,54 ^{ns}	-0,56 ^{ns}	-0,34 ^{ns}	-0,55 ^{ns}	-0,49 ^{ns}	-0,72*

** e * significativo à 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste “t”. ^{ns} não significativo.

Andrade et al. (2004) relataram que algumas leguminosas podem sofrer reduções de até 70% no acúmulo de matéria seca por causa do sombreamento. Os dados obtidos para o feijão-de-porco neste trabalho confirmam essa informação e demonstram que a queda no acúmulo de matéria pode ser ainda maior. Essas informações não se aplicam ao lablabe, porque, além de apresentar crescimento trepador, quando essa espécie está em ambiente com menor incidência de luz é capaz de aumentar significativamente sua área foliar, para aumentar a interceptação de raios solares (Baligar et al., 2006). Isso permite que o lablabe cresça e utilize a copa das plantas vizinhas como suporte para melhorar o posicionamento de suas folhas e aumentar a interceptação de luz solar.

Porém, esse não parece ser o único fator que contribuiu para o menor crescimento das leguminosas ao longo dos sete anos de cultivo. A maior parte do sistema radicular dos adubos verdes herbáceas permanece na camada de 0-30 cm do solo (Scaranari e Inforzato, 1952), o mesmo volume de solo explorado boa parte das raízes de cafeeiros adultos, com seis anos de cultivo (Alves e Livramento, 2003). Logo, a competição por nutrientes como K, P, Mg e Ca, e por água pode ter provocado a redução na intensidade de acúmulo de matéria seca dos adubos verdes.

Os resultados obtidos para o acúmulo de matéria seca em função da idade e crescimento dos cafeeiros reforça a hipótese que a redução do acúmulo de massa, principalmente, do feijão-de-porco, foi provocada pela menor interceptação de luz. O lablabe é uma espécie de hábito de crescimento indeterminado e trepador (Carvalho e Amabile, 2006). Essas características permitem que esse adubo verde direcione seu crescimento sobre a copa dos cafeeiros e consiga interceptar mais luz solar do que o feijão de porco, que apresenta hábito de crescimento determinado e não possui plasticidade para modificar e direcionar seu crescimento conforme o ambiente (Carvalho e Amabile, 2006).

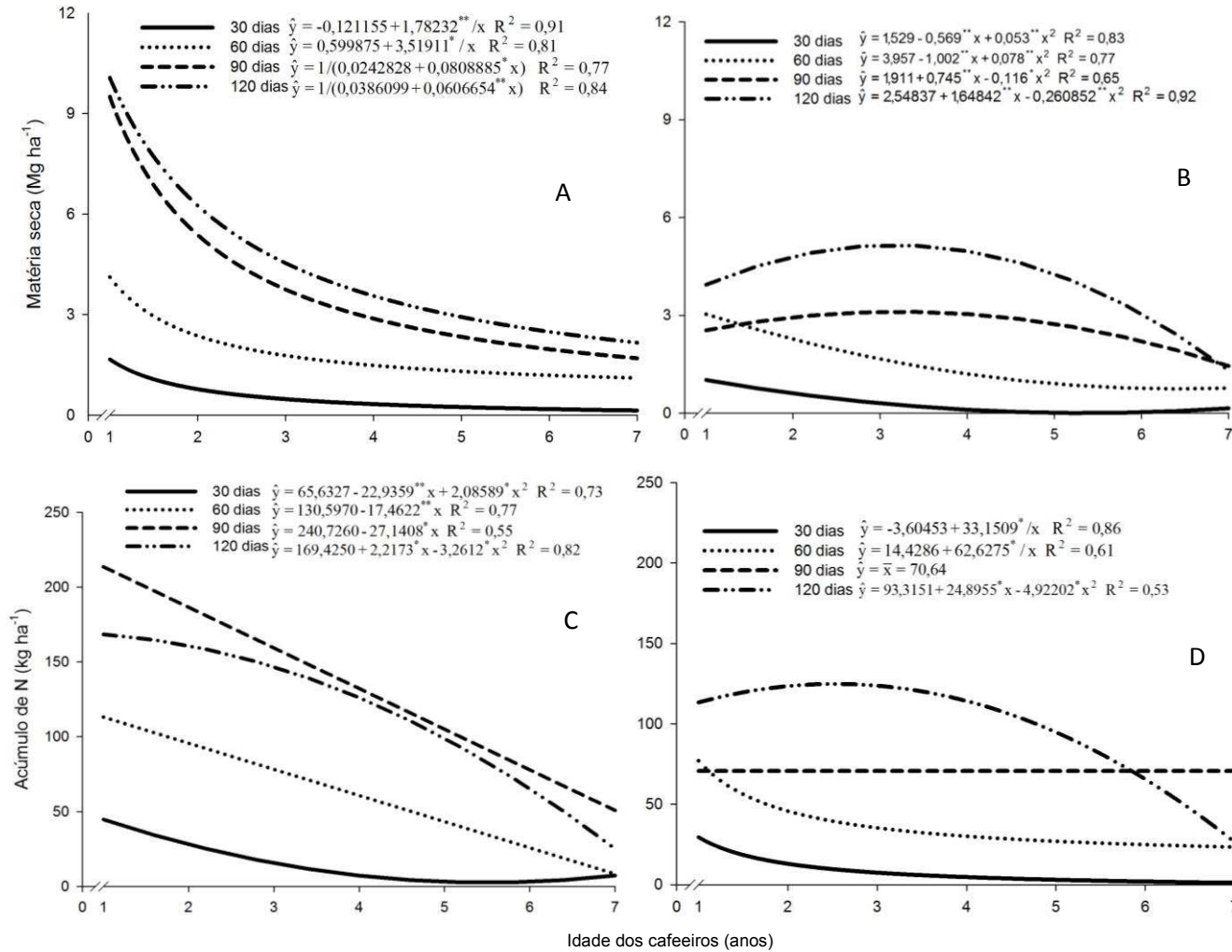


Figura 2. Acúmulo de matéria seca e de N em feijão-de-porco (A e C) e lablabe (Be D) para cada período de consórcio em função da idade dos cafeeiros. ** e * significativo à nível de 1% e 5%, respectivamente, pelo teste “t”.

Segundo Cardoso (2013b) o tempo de decomposição da matéria seca e mineralização do N aumenta à medida que se retarda o corte do feijão-de-porco, pois há maior deposição de compostos como celulose e lignina. Um dos objetivos de se realizar a adubação verde em cafezais é aumentar a disponibilidade de N para os cafeeiros no período de maior demanda da cultura. Porém, o corte do feijão-de-porco aos 120 dias após a semeadura, provavelmente, disponibilizou N para os cafeeiros na segunda quinzena de março. Nesse período, em Viçosa, apesar dos frutos de café apresentarem aumento no acúmulo de N, o conteúdo de N das folhas começa ser menor (Laviola et al., 2009), pela menor absorção desse nutriente do solo. Assim a absorção de N proveniente do feijão-de-porco pelo cafeeiro, ficaria comprometida pelo pouco sincronismo entre a disponibilização do nutriente no solo e o período maior demanda da cultura de interesse.

O feijão-de-porco alcançou o maior acúmulo de N, em todos os períodos de consorciação, no primeiro ano do cultivo consorciado (Figura 2C). Isso aconteceu porque os cafeeiros ainda eram pequenos e não sombreavam o feijão-de-porco. Para o lablabe a semeadura em dezembro, no primeiro ano, parece ter contribuído para que apenas os períodos de 30 e 60 dias tenham apresentado maior acúmulo de N, nesse ano. Isso porque as precipitações a partir de janeiro de 2008 diminuíram (Figura 1), comprometeu o estabelecimento e o acúmulo de N desse adubo verde nos períodos de 90 e 120 dias de consorciação (Figura 2D), pois essa espécie não se desenvolve bem em ambiente com estresse hídrico (Carvalho e Amabile, 2006).

CONCLUSÕES

O feijão-de-porco proporciona maior aporte de matéria seca e N aos cafeeiros nos primeiros quatro anos de cultivo em consórcio. Porém, o crescimento dos cafeeiros ao longo dos anos reduz o acúmulo de matéria seca e N desse adubo verde.

O lablabe é mais afeto pelo crescimento dos cafeeiros ao longo dos anos aos 60 dias de consórcio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, C.M.S.; VALENTIM, J.F.; CARNEIRO, J.C.; VAZ, F.A. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.3, p.263-270, 2004.

- ALVES, J.D.; LIVRAMENTO, D.E. **Morfologia e fisiologia do cafeeiro**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2003, 46 p.
- ARAÚJO, J.B.S.; BALBINO, J.M.S. Manejo de guandu (*Cajanus cajan* (L.) millsp.) sob dois tipos de poda em lavoura cafeeira. **Coffee Science**, v.2, n.1, p.61-68, 2007.
- BACILIERI, R.; BOUCHET, M.A.; BRAN, D.; GRANDJANNY, M.; MAISTRE, M. PERRET, P.; ROMANE, F. Germination and regeneration mechanisms in Mediterranean degenerate forests. **Journal of Vegetation Science**, v.4, n.2, p.241-6, 1993.
- BALIGAR, V.C.; FAGERIA, N.K.; PAIVA, A.Q.; SILVEIRA, A.; POMELLA, A.W. V.; MACHADO, R.C.R. Light intensity effects on growth and micronutrient uptake by tropical legume cover crops. **Journal of Plant Nutrition**, v.29, n.11, p.1959-1974, 2006.
- CARDOSO, D.P.; SILVA, M.L.N.; FREITAS, D.A.F; AVANZI, J.C. Atributos fitotécnicos de plantas de cobertura para a proteção do solo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.8, n.1, p.19-24, 2013a.
- CARDOSO, R.G.S. PERÍODO DE CONSORCIAÇÃO DE LABLABE E FEIJÃO-DE-PORCO COM CAFEEIROS E TRAPOERABA, **Tese** (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2013b.
- CARNEIRO, M.A.C; CORDEIRO, M.A.S.; ASSIS, P.C.R.; MORAES, E.S.; PEREIRA, H.S.; PAULINO, H.B.; SOUZA, E.D. Produção de fitomassa de diferentes espécies de cobertura e suas alterações na atividade microbiana de solo de cerrado. **Bragantia**, v.67, n.2, p.455-462, 2008.
- CARVALHO, A.M.; AMABILE, R.F (ed.). **Cerrado: Adubação verde**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006, 369p.
- CRUZ, J.L.; SOUZA, L.S.; SOUZA, N.C.S.; PELACANI, C.R. Effect of cover crops on the aggregation of a soil cultivated with papaya (*Carica papaya* L.). **Scientia Horticulturae**, v.172, p.82–85, 2014.
- ESPINDOLA, J.A.A.; GUERRA, J.G.M.; PERIN, A.; TEIXEIRA, M.G.; ALMEIDA, D.L.; URQUIAGA, S.; BUSQUET, R.N.B. Bananeiras consorciadas com leguminosas herbáceas perenes utilizadas como coberturas vivas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.3, p.415-420, 2006.
- FÁVERO, C.; JUCKSCH, I.; ALVARENGA, R.C.; COSTA, L.M. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.11, p.1355-1362, 2001.

- FORD, E.D. The dynamic relationship between plant architecture and competition. **Frontiers in Plant Science**, v.5, p.1-13, 2014.
- GARCÍA-CEBRIÁN, F.; ESTESO-MARTÍNEZ, J.; GIL-PELEGRÍN, E. Influence of cotyledon removal on early seedling growth in *Quercus robur* L. **Annals of Forest Science**, v.60, p.69-73, 2003.
- HAYASHI, A.M.; MALAGUETTA, H.; AGOSTINI, K. Influência da remoção dos cotilédones no desenvolvimento inicial de plântulas de *Canavalia ensiformis* e *Phaseolus vulgaris* (Leguminosae, Papilionoidae). **Bioikos**, v.26, p.63-70, 2012.
- LAVIOLA, B.G.; MARTINEZ, H.E.P.; SOUZA, R.B.; SALOMÃO, L.C.C.; CRUZ, C.D. Macronutrient accumulation in coffee fruits at Brazilian zona da mata conditions. **Journal of Plant Nutrition**, v.32, n.6, p.980–995, 2009.
- LIMA FILHO, O.F.; AMBROSANO, E.J.; ROSSI, F.; CARLOS, J.A.P.D (ed.). **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil**, v.1, Brasília, DF: EMBRAPA, 2014, 507 p.
- MIYAZAWA, K.; MURAKAMI, T.; TAKEDA, M.; MURAYAMA, T. Intercropping green manure crops: effects on rooting patterns. **Plant and Soil**, v.331, n.2, p.231–239, 2010.
- MOREIRA, G.M.I; BARRELLA, T.P.; NETO, F.L.M.; MARTINEZ, H.E.P. SANTOS, R.H.S. Consorciação em cafeeiros orgânicos por diferentes períodos com feijão-deporco ou lablabe. **Coffee Science**, v.9, n.4, p.456-464, 2014.
- MOREIRA, G.M.I; OLIVEIRA, R.M.II; BARRELLA, T.P.III; FONTANÉTTI, A.IV; SANTOS, R.H.S.V; FERREIRA, F.A. Fitossociologia de plantas daninhas do cafezal consorciado com leguminosas. **Planta Daninha**, v.31, n.2, p.329-340, 2013.
- OLIVEIRA, F.L.; GOSCH, C.I.L.; GOSCH, M.S.; MASSAD, M.D. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e decomposição de leguminosas utilizadas para adubação verde. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n.4, p.503-508, 2010.
- PAULINO, G.M.; ALVES, B.J.R.; BARROSO, D.G.; URQUIAGA, S.; ESPINDOLA, J.A.A. Fixação biológica e transferência de nitrogênio por leguminosas em pomar orgânico de mangueira e graviola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.12, p.1598-1607, 2009.
- PAULO, E.M.; BERTON, R.S.; CAVICHIOLI, J.C.; BULISANI, E.A.; KASAI, F.S. Produtividade do cafeeiro Mundo Novo enxertado e submetido à adubação verde antes e após recepa da lavoura. **Bragantia**, v.65, n.1, p.115-120, 2006.

- PAULO, E.M.; BERTON, R.S.; CAVICHIOLI, J.C.; BULISANI, E.A.; KASAI, F.S. Produtividade do café apoaã em consórcio com leguminosas na região da alta paulista. **Bragantia**, v.60, n.3, p.95-199, 2001.
- PERIN, A.; BERNARDO, J.T.; SANTOS, R.H.S.; FREITAS, G.B. Desempenho agrônômico de milho consorciado com feijão-de-porco em duas épocas de cultivo no sistema orgânico de produção. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.3, p.903-908, 2007.
- PERIN, A.; GUERRA, J.G.M.; ESPINDOLA, J.A.A.; TEIXEIRA, M.G.T.; BUSQUET, R.N.B. Desempenho de bananeiras consorciadas com leguminosas herbáceas perenes. **Ciência & Agrotecnologia**, v.33, n.6, p.1511-1517, 2009.
- ROGOZO, C.R.A.; LEONE, S.; TECCHIO, M.A. Nutritional balance and yield for green manure orange trees, **Ciência Rural**, v.44, n.4, p.616-621, 2014.
- SALAHIN, N.; ALAM, M.D.M.; ISLAM, M.D.M.; NAHER, L.; MAJID, N.M. Effects of green manure crops and tillage practice on maize and rice yields and soil properties, **Australian Journal of Crop Science**, v.7, n.12, p.1901-1911, 2013.
- SCARANARI, H.J.; INFOBZATO, R. Sistema radicular das principais leguminosas empregadas como adubo verde em cafezal. **Bragantia**, v.12, n.7-9, p.291-296, 1952.
- SHAH, Z.; AHMAD, S.R.; RAHMAN, H. Sustaining rice-wheat system through management of legumes i: effect of green manure legumes on rice yield and soil quality, **Pakistan Journal of Botany**, v. 43, n.3, p. 1569-1574, 2011.
- SOUZA FIALHO, A.P.S. Atividade potencialmente alelopática de extratos brutos e hidroalcoólicos de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*), **Planta Daninha**, v.20, n.3, p.357-364, 2003.
- TAIZ, L.; ZEIEGER, E. **Plant Physiology**, 5 edition, Massachusetts : Sinauer Associates Inc. 2010, 782 p.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Solos, 1995. 118 p. (Boletim Técnico, 5).
- TEIXEIRA, C.M.; CARVALHO, G.J.; FURTINI NETO, A.E.; ANDRADE, M.J.B.; MARQUES, E.L.S. Produção de biomassa e teor de macronutrientes do milheto, feijão-de-porco e guandu-anão em cultivo solteiro e consorciado. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.1, p.93-99, 2005.

TEODORO, R.B.; OLIVEIRA, F.L.; DA SILVA, D.M.N.; FÁVERO, C.;
QUARESMA, M.A.L. Aspectos agronômicos de leguminosas para adubação verde
no cerrado do Alto Vale do Jequitinhonha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**,
v.35, n.2, p.635-643, 2011.

VINELLO, R.L.; ALVES, A.R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa:
Universidade Federal de Viçosa, 1991. 448p.

CAPÍTULO II

CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE CAFEEIROS CONSORCIADOS COM ADUBOS VERDES DURANTE SETE ANOS – I. Comparações entre espécies, tempo de consórcio, doses de adubo orgânico e cafeeiro em monocultivo

RESUMO

O uso de adubos verdes em sistemas de consórcio, além de inserir mais N ao agroecossistema. Assim, objetivou-se avaliar o efeito do consórcio entre cafeeiros e os adubos verdes, *Canavalia ensiformis* (L.) DC. e *Dolichos lab lab* L., sobre o crescimento e a produção de cafeeiros, ao longo de sete anos de cultivo. O experimento foi montado em esquema de parcela subdividida, com dois tratamentos adicionais, $(2 \times 4 \times 2) + 2$, sendo duas espécies de adubo verde (*C. ensiformis* e *D. lab lab*) na parcela, quatro períodos de consorciação (30, 60, 90 e 120 dias após a semeadura dos adubos verdes) na subparcela, duas doses de fertilizante orgânico (50% e 100% da quantidade de N recomendada) na subsubparcela e duas testemunhas absolutas em monocultivo. Os tratamentos foram organizados em delineamento de bloco ao acaso, com cinco repetições e seis plantas por parcela útil. O consórcio com adubos verdes não reduziu o crescimento dos cafeeiros. Os cafeeiros consorciados com *C. ensiformis* e adubados com 50% de fertilizante orgânico apresentaram produtividade semelhante à testemunha adubada com 100% de fertilizante orgânico. A produtividade dos cafeeiros consorciados com *D. lab lab* reduziu significativamente quando o consórcio se estendeu pelos períodos entre 90 a 120 dias, após a semeadura do adubo verde.

Palavras-chave: feijão-de-porco, lablabe, *Coffea arabica*, fertilizante orgânico

INTRODUÇÃO

Na adubação verde são utilizadas várias espécies de plantas, porém as espécies que têm despertado maior interesse são as da família Fabaceae, por realizarem simbiose com bactérias fixadoras de N-atmosférico (Gama-Rodrigues et al., 2007). As fabáceas herbáceas caracterizam-se por apresentarem matéria seca de baixa relação C/N, com baixos teores de polifenóis e lignina, o que torna os processos de decomposição e de mineralização de nutrientes mais rápidos (Lima Filho et al., 2014).

Em geral, o corte dos adubos verdes é realizado no estágio de pleno florescimento, pois nesse momento as plantas apresentam-se com a máxima concentração de N (Lima Filho et al., 2014). Contudo, o florescimento pode não ser um bom indicador para se estabelecer o período de corte ou poda dos adubos verdes. Isso porque as espécies de adubos verdes florescem em períodos distintos (Partelli et al., 2011), dificultando a comparação entre as espécies utilizadas como adubo verde e o sincronismo entre a demanda dos cafeeiros por nutrientes e disponibilização dos mesmos no solo. Entre as espécies de adubo verde existe grande variação quanto ao hábito de crescimento, duração do ciclo de vida e a tolerância ao déficit hídrico e ao sombreamento. Além disso, as exigências nutricionais dos adubos verdes ao longo do seu desenvolvimento são distintas, o que altera a intensidade de competição por recursos naturais entre esses e as culturas. Essas características podem provocar grandes alterações no crescimento, estado nutricional e produção dos sistemas de consórcio entre cafeeiro e adubos verdes.

O cultivo de *Crotalaria juncea* L. em consórcio com cafeeiros promoveu a entrada de mais 200 kg ha⁻¹ de N no agroecossistema pela fixação biológica de N e capaz de manter constante a concentração de N nas folhas do cafeeiro durante a fase de crescimento (Ricci et al., 2005). A consorciação de leucena (*Leucaena leucocephala* Benth.) com cafeeiros por dez anos melhorou a microbiota do solo, além de aumentar o estoque de N, a mineralização de N e atividade enzimática no solo (Balota e Chaves, 2010).

O lablabe (*Dolichos lab lab* L.) é uma espécie de adubo verde que pode ser consorciada com culturas perenes, possui ciclo vegetativo longo, hábito de crescimento indeterminado e trepador, tolera sombreamento e é sensível a solos menos férteis (Lima Filho et al., 2014). O feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes* (L.) DC.), outra espécie de adubo verde, também pode ser consorciada com culturas perenes, mas diferentemente do lablabe, tolera solos com baixa fertilidade, suporta déficit hídrico e apresenta hábito de crescimento determinado e ciclo vegetativo curto (Lima Filho et al., 2014).

As alterações no crescimento e na produtividade de café com emprego da adubação verde (Bergo et al., 2006; Partelli et al., 2011; Bucagu et al., 2013; Moreira et al., 2014) parecem estar relacionadas não só às características intrínsecas de cada espécie ou ao período de consorciação, mas também à idade e ao manejo da adubação dos cafezais. Por isso, em muitos casos, verifica-se que as contribuições advindas do uso de adubos verdes não resultam em aumento do crescimento e da produção dos cafeeiros (Paulo et al., 2001; Paulo et al., 2006; Ricci et al., 2005; Moreira et al., 2014).

Muitos estudos tratam de experimentos conduzidos por pouco tempo, geralmente em cafezais onde se utilizava o manejo convencional, sem considerar que o acúmulo de matéria seca pelos adubos verdes pode variar ao longo dos anos e que podem existir efeitos residuais acumulativos pelo uso dessas plantas. Em cafezais onde a adubação orgânica foi feita por mais de dez anos, o cultivo consorciado com tefrósia (*Tephrosia vogelii* Hook. f) fez com que a produção de café fosse superior à de cafeeiros adubados com fertilizantes sintéticos (Bucagu et al., 2013).

Outro fator que influencia a avaliação do sistema de consórcio entre cafeeiros e adubos verdes é que, conforme o ambiente e a idade que os cafeeiros estejam, a adubação verde ou a maior disponibilidade de nutrientes não cause efeito imediato sobre o crescimento e a produtividade dessas plantas. O aumento em 90% da adubação fornecida aos cafeeiros não provocou aumento no crescimento inicial das plantas (Sobreira et al., 2013). A variação entre 40% e 100% na dose de fertilizante também não influenciou o crescimento e a produção de cafeeiros sombreados (Jamillo-Botero et al., 2010). A ausência de adubação nitrogenada não alterou a produção de café dos cafeeiros consorciados com flemingia (*Flemingia congesta* Roxb. ex W. T. Aiton) ou com mucuna preta (*Mucuna aterrima* Piper & Tracy) (Bergo et al., 2006). A quantidade de adubo fornecida aos cafeeiros pode ser suficiente para suprir sua demanda nutricional, mascarar os efeitos que os nutrientes provenientes dos adubos verdes teriam sobre o crescimento e a produção dessas plantas. Assim, para que se possa avaliar o comportamento dos cafeeiros frente ao cultivo consorciado com adubos verdes, é preciso reduzir a adubação de cobertura fornecida aos mesmos.

Dessa forma, objetivou-se avaliar o efeito do consórcio de dois adubos verdes, por diferentes períodos, com cafeeiros adubados com duas doses de fertilizante orgânico sobre o crescimento e a produtividade dessa cultura.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no município de Viçosa, Minas Gerais, em uma área localizada à 20°45'14" sul, 42°52'53" oeste e altitude de 650 m. A região possui clima do tipo "Cwb", mesotérmico úmido, com verão chuvoso e inverno seco (Vinello e Alves, 1991). Os tipos de solos que predominaram na área experimental foram Latossolos Vermelho-Amarelo distrófico que apresentavam as seguintes características químicas na camada de 0 a 20 cm, antes da implantação do experimento: pH (H₂O) = 6,0; P = 14,8 mg dm⁻³; K = 69,8 mg dm⁻³; Ca²⁺ = 2,0 cmol_c dm³; Mg²⁺ = 0,7 cmol_c dm³; Al³⁺ = 0,0 cmol_c dm³; H+Al = 3,96 cmol_c dm³; SB = 2,88; t = 2,88 cmol_c dm³; T = 6,84 cmol_c dm³; V = 42%; m = 0,0%; P remanescente = 24,2 mg L⁻¹.

O experimento foi instalado em esquema de parcela subdividida (2x4x2)+2, em delineamento de bloco casualizados, com cinco repetições por tratamento. A parcela foi composta por dois sistemas de consórcio (cafeeiro x feijão-de-porco e cafeeiro x lablabe), a subparcela, por quatro períodos de consorciação dos cafeeiros com os adubos verdes (30, 60, 90 e 120 dias após a semeadura) e a subsubparcela, por duas doses de adubação orgânica para os cafeeiros (50% e 100% do fertilizante orgânico (FO) suficiente para suprir a quantidade de N recomendada para a cultura). Os dois tratamentos adicionais consistiram nas testemunhas absolutas, café solteiro adubado com 50% e 100% de FO. Cada parcela experimental foi constituída por três linhas de cafeeiros, com o adubo verde semeado em ambas as entrelinhas.

O consórcio com adubos verdes foi implantado desde o primeiro ano de cultivo dos cafeeiros, em 2007 e foi realizado durante todos os anos até 2014. As mudas de *Coffea arabica* cv. Oeiras foram transplantadas em outubro de 2007, em espaçamento de 2,80 m x 0,75 m, resultando em uma população de 4.761 plantas ha⁻¹. Para adubação de plantio utilizaram-se, 3,0 L cova⁻¹ (750 g cova⁻¹) de cama de aviário, 300 g cova⁻¹ de termofosfato Yoorin e 50 g cova⁻¹ de calcário. As adubações de cobertura foram realizadas com cama de aviário e torta de mamona, divididas em três aplicações distribuídas durante o período chuvoso. A quantidade fornecida aos cafeeiros em cada ano foi obtida com base nos tratamentos e na necessidade de N e na produtividade esperada conforme sugerido por Ribeiro et al (1999) descritas na Tabela 1. O controle de plantas daninhas foi feito sempre que necessário por meio de capina manual e roçadas mecânicas.

Tabela 1. Quantidade de N e FO e fornecido aos cafeeiros durante os períodos de 2007 a 2014

Anos	Torta de mamona*				Cama de aviário**			
	50%		100%		50%		100%	
	MF	N	MF	N	MF	N	MF	N
	Kg ha ⁻¹							
2007/2008	-	-	-	-	774	21,89	1.547	43,75
2008/2009	-	-	-	-	1.555	43,97	3.110	87,95
2009/2010	2.714	138,29	5.428	276,58	4.285	121,18	8.570	242,35
2010/2011	595	30,32	1.190	60,63	3.570	100,96	7.141	201,94
2011/2012	1.071	54,57	2.142	109,14	4.116	116,40	8.232	232,79
2012/2013	3.579	182,36	1.789	91,16	3.166	89,53	6.332	179,06
2013/2014	1.276	65,02	2.553	130,08	4.761	134,64	9.522	269,27

*Umidade média = 12,90 e teor médio de N = 5,85; ** Umidade média = 51,66 e teor médio de N = 2,18.

A semeadura dos adubos verdes foi realizada no início do período chuvoso de cada ano (outubro), exceto no ano de 2007 quando os adubos verdes foram semeados em dezembro. As sementes foram distribuídas em sulcos espaçados de 0,4 m e densidade de 6 sementes m⁻¹ linear. Após 15 dias de semeadura dos adubos verdes realizou-se a capina manual das plantas daninhas. Ao final de cada período de consórcio, isto é, aos 30, 60, 90, e 120 dias após semeadura, a parte aérea dos adubos verdes foi cortada ao nível do solo e distribuída próximo ao caule dos cafeeiros. Os acúmulos de matéria seca dos adubos verdes referentes aos sete anos de cultivo estão apresentados na Tabela 2. Para realizar o cálculo de acúmulo de matéria fresca, determinou-se quanto da área total do experimento foi efetivamente ocupada com o cultivo dos adubos verdes (43%) e dos cafeeiros (67%). A partir dessa estimativa de área ocupada pelos adubos verdes obteve-se o acúmulo de matéria fresca, matéria seca e N por hectare.

Tabela 2. Matéria seca de feijão-de-porco (FP) e lablabe (LL) cultivados em consórcio com cafeeiros em função dos anos de cultivo dos cafeeiros e do período de consórcio

Ano de cultivo	30 DAS		60 DAS		90 DAS		120 DAS	
	FP	LL	FP	LL	FP	LL	FP	LL
Mg ha ⁻¹								
2007/08	1,78	1,29	4,24	2,77	4,92	3,78	5,35	3,57
2008/09	0,42	0,13	1,61	0,85	3,49	2,12	5,10	5,47
2009/10	0,49	0,32	2,31	2,03	7,83	4,01	6,71	4,83
2010/11	0,46	0,23	1,96	1,44	5,66	3,07	5,91	5,18
2011/12	0,25	0,11	1,38	0,94	2,00	1,85	3,70	3,90
2012/13	0,29	0,11	1,39	1,11	2,92	2,89	2,16	2,99
2013/14	0,08	0,05	0,43	0,47	1,26	1,25	1,87	1,47
Média	3,77	2,24	10,32	9,61	28,51	18,97	30,80	27,41

* DAS – Dias após semeadura

Como os cafeeiros ainda estavam muito novos quando ocorreu a primeira florada, em 2008, as flores foram retiradas para que o desenvolvimento dos cafeeiros não ficasse comprometido. Dessa forma a primeira safra de café foi colhida em 2010. Neste trabalho, iniciaram-se as avaliações de crescimento e de produção dos cafeeiros de setembro de 2010 a junho de 2014, sendo avaliadas quatro safras, que corresponderam a dois anos de baixa (2011 e 2013) e dois anos de alta (2012 e 2014) produtividade.

O desenvolvimento dos cafeeiros foi determinado ao final do período de maior crescimento (março) e menor crescimento (setembro) crescimento das plantas para região de Viçosa-MG (Silva et al., 2004). Determinaram-se: a altura das plantas, obtida por meio de uma régua graduada, na posição paralela ao ramo ortotrópico e; o diâmetro de copa, obtido com o auxílio de uma régua graduada, no sentido transversal à linha de plantio do cafeeiro. O incremento em altura e diâmetro de copa dos cafeeiros foi estimado pela subtração dos dados de março pelos dados de setembro do ano anterior.

A produtividade de café foi avaliada quantificando-se a produção em grãos beneficiados. Para tanto, os frutos tipo cereja de todos os cafeeiros da subparcela foram colhidos e imediatamente pesados. Posteriormente, uma amostra de aproximadamente 2 kg de café cereja de cada subparcela foi submetida a secagem, em terreiro de cimento, até que atingissem umidade de 12%. Após o descascamento das amostras de café em coco de cada subparcela, pesagem dos grãos e determinação do rendimento dos mesmos, foi calculada a produtividade de café beneficiado, expressa em sacas de 60 kg ha⁻¹ (sc ha⁻¹).

As informações quanto à precipitação total e à temperatura ocorridas durante os períodos de consorciação em cada ano, ao longo do tempo de condução do experimento, estão apresentadas na Figura 1.

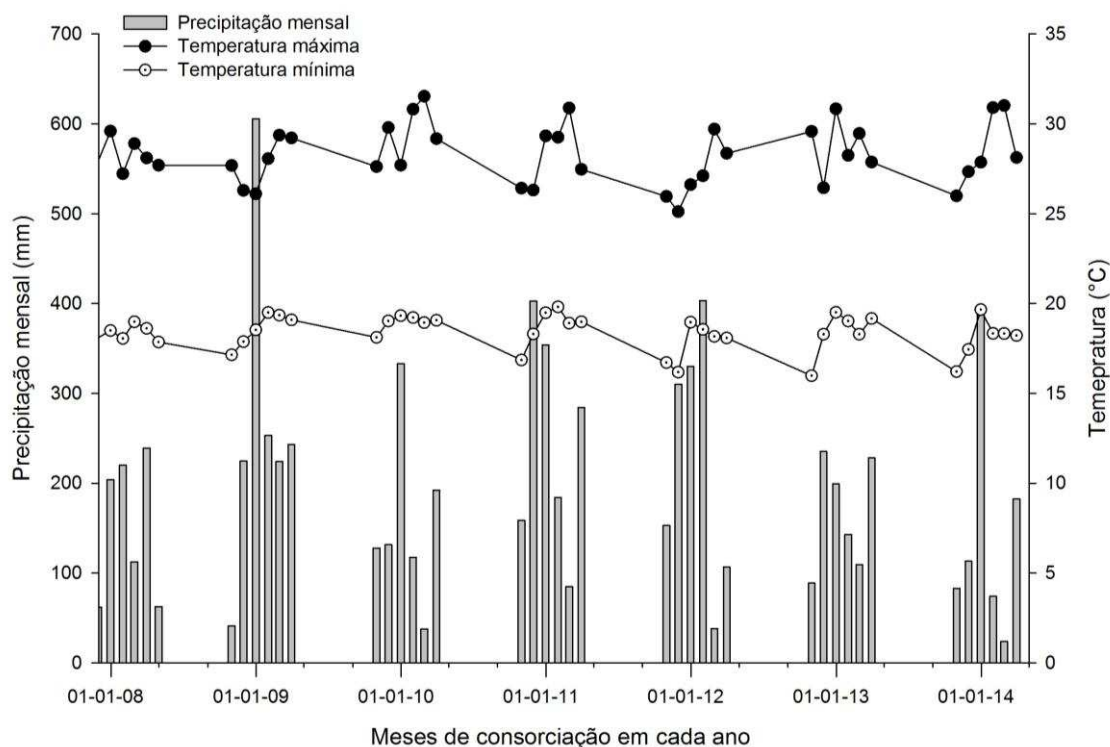


Figura 3. Precipitação mensal (mm), temperatura máxima média mensal (°C) e temperatura mínima média mensal (°C) observada no período de cultivo dos adubos verdes em consórcio com cafeeiros, ao longo dos anos de 2007 a 2014. As barras representam os meses nos quais conduziu-se o consórcio.

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia, Estação Meteorológica A510, Viçosa-MG, 2014.

Os dados das combinações dos fatores espécies de adubo verde, períodos de consorciação e doses de fertilizante orgânico e das testemunhas absolutas foram submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa de Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O incremento em altura para todos os sistemas de consórcio, independentemente da dose de FO, foi similar ao das duas testemunhas, em 2011 (Tabela 3). No entanto, os cafeeiros consorciados com o lablabe por 90 e 120 dias e adubados com 50% ou 100% de FO apresentaram incremento em diâmetro de copa superior ao das testemunhas (Tabela 3).

Assim como no ano anterior, em 2012, 2013 e 2014 não houvesse diferenças entre os incrementos em altura dos cafeeiros consorciados e as testemunhas (Tabela 3). Em 2012, observou-se que somente os cafeeiros consorciados com lablabe por 120 dias e adubados com 50% de FO apresentaram crescimento em diâmetro da copa maior do

que o das testemunhas (Tabela 3). Os cafeeiros consorciados com lablabe por 90 dias e adubados com 50% de FO cresceram mais em diâmetro de copa do que a testemunha que recebeu a mesma adubação (Tabela 3).

Diferentemente do que ocorreu nos anos anteriores, em 2013, os cafeeiros consorciados com feijão-de-porco por 60 e 90 dias e adubados com 100% de FO apresentaram incremento em diâmetro de copa superior ao das duas testemunhas (Tabela 3). Os cafeeiros consorciados com feijão-de-porco pelos períodos de 60 e 90 dias e adubados com 50% de FO e aqueles consorciados com lablabe por 30 e 90 dias e adubados com 100% de FO, superaram apenas a incremento em diâmetro de copa da testemunha adubada com 50% de FO (Tabela 3). Em 2014, somente o consórcio entre feijão-de-porco e cafeeiros adubados com 50% de FO, por 60 dias, proporcionou incremento em diâmetro de copa para os cafeeiros maior do que o das duas testemunhas (Tabela 3).

Diferentemente do que era esperado, em nenhum dos sistemas de consórcio, mesmo aqueles adubados com metade da dose de FO recomendada, verificou-se redução no crescimento em altura ou em diâmetro de copa dos cafeeiros, em relação às testemunhas. Assim como os tratamentos que apresentaram maior incremento em diâmetro de copa, não foram os que forneceram as maiores produtividades de café. Porém, alguns trabalhos também relataram a existência de uma baixa correlação entre produtividade, altura e diâmetro de copa para cafeeiros (Severino et al., 2002).

Tabela 3. Incremento em altura e diâmetro de copa de cafeeiros, adubados com 50% e 100% de FO, consorciados com feijão-de-porco (FP) e lablabe (LL) por quatro períodos de consorciação, 30, 60, 90, 120 dias após a semeadura dos adubos verdes, nos anos agrícolas 2010/2011 a 2013/2014

Tratamentos	2010-2011		2011-2012		2012-2013		2013-2014	
	Altura	Diâmetro	Altura ^{ns}	Diâmetro	Altura ^{ns}	Diâmetro	Altura ^{ns}	Diâmetro
	m							
Testemunha 50%	0,35 A	0,19 A	0,35	0,26 A	0,13	0,10 A	0,15	0,15 A
Testemunha 100%	0,36 a	0,25 a	0,37	0,23 a	0,12	0,17 a	0,16	0,17 a
FP 30 50%	0,37 Aa	0,17 Aa	0,38	0,18 Aa	0,14	0,16 Aa	0,17	0,09 Aa
FP 60 50%	0,34 Aa	0,22 Aa	0,34	0,24 Aa	0,14	0,19 Ba	0,24	0,29 Bb
FP 90 50%	0,38 Aa	0,25 Aa	0,38	0,26 Aa	0,13	0,21 Ba	0,19	0,17 Aa
FP 120 50 %	0,35 Aa	0,22 Aa	0,35	0,22 Aa	0,11	0,13 Aa	0,19	0,13 Aa
LL 30 50%	0,41 Aa	0,31 Aa	0,41	0,31 Aa	0,19	0,17 Aa	0,16	0,16 Aa
LL 60 50%	0,39 Aa	0,30 Aa	0,38	0,31 Aa	0,13	0,15 Aa	0,17	0,11 Aa
LL 90 50%	0,41 Aa	0,38 Bb	0,40	0,36 Bb	0,14	0,21 Ba	0,20	0,15 Aa
LL 120 50%	0,37 Aa	0,51 Bb	0,37	0,48 Bb	0,13	0,14 Aa	0,17	0,17 Aa
FP 30 100%	0,37 Aa	0,23 Aa	0,37	0,27 Aa	0,10	0,30 Bb	0,21	0,15 Aa
FP 60 100%	0,36 Aa	0,17 Aa	0,35	0,21 Aa	0,14	0,29 Bb	0,21	0,19 Aa
FP 90 100%	0,38 Aa	0,20 Aa	0,39	0,23 Aa	0,14	0,17 Aa	0,23	0,15 Aa
FP 120 100 %	0,39 Aa	0,30 Aa	0,39	0,30 Aa	0,18	0,14 Aa	0,20	0,19 Aa
LL 30 100%	0,41 Aa	0,26 Aa	0,40	0,25 Aa	0,10	0,20 Ba	0,19	0,19 Aa
LL 60 100%	0,39 Aa	0,25 Aa	0,39	0,28 Aa	0,13	0,17 Aa	0,22	0,16 Aa
LL 90 100%	0,40 Aa	0,41 Bb	0,40	0,29 Aa	0,12	0,19 Ba	0,27	0,21 Aa
LL 120 100%	0,38 Aa	0,35 Bb	0,39	0,35 Aa	0,12	0,18 Aa	0,19	0,23 Aa
DMS	0,06	0,24	-	0,13	-	0,09	-	0,12
C.V (%)	8,52	23,72	8,67	25,30	30,48	27,25	30,73	38,82

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem da testemunha 100%, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, não deferem da testemunha 50%, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

^{ns} não significativo pelo teste “F”.

Quanto às doses de FO, o diâmetro da copa de apenas alguns sistemas de consórcio adubados com 100% de FO se diferenciaram da testemunha que recebeu metade da adubação. Isso sugere que essa variável foi pouco afetada pela adubação. Resultado semelhante a esse foi observado para cafeeiros adubados com fertilizante mineral, com doses que variaram 70% entre 190% da demanda nutricional da cultura (Sobreira et al., 2011). A redução na dose de fertilizante mineral também não alterou a produção de número de nós, número de folhas e área foliar de cafeeiros sombreados (Jaramillo-Botero et al., 2010). Esses autores sugeriram que a falta de resposta significativa dos cafeeiros à adubação seria em virtude do acúmulo de nutrientes no solo e por ter havido menor carga de frutos e, conseqüentemente, menor extração de nutrientes do solo por parte desses cafeeiros.

Em cultivo solteiro, o lablabe pode acumular, em média, 5,58 kg ha⁻¹ de P, 42,73 kg ha⁻¹ de K, 36,63 kg ha⁻¹ de Ca e 9,85 kg ha⁻¹ de Mg (Fávero et al., 2000; Oliveira et al., 2010; Teodoro et al., 2011; Cavalcante et al., 2012). Já o feijão-de-porco é capaz de acumular quantidades mais elevadas de P, K, Ca e Mg, chegando à 8,46, 69,7, 53,2 e 11,43 kg ha⁻¹, respectivamente (Fávero et al., 2000; Padovan et al., 2011; Teodoro et al., 2011; Cavalcante et al., 2012). Contudo esses nutrientes não são totalmente disponibilizados para o cafeeiro imediatamente após a decomposição da parte aérea desses adubos verdes. O que ocorre é uma parte dos nutrientes é mineralizada e pode ser imediatamente absorvida pelos cafeeiros, enquanto outra parte acaba por enriquecer a matéria orgânica do solo (Balota e Chaves, 2010) e é disponibilizada lentamente ao longo do tempo para os cafeeiros. Assim, esses fatores contribuíram para que o crescimento em diâmetro de copa dos cafeeiros adubados com 50% de FO e consorciados com adubos verdes fosse semelhante ou superior ao crescimento da testemunha adubada com 100% de FO.

Quanto à produção de café, em 2011 os tratamentos que apresentaram médias menores do que a testemunha adubada com 100% de FO foram os cafeeiros consorciados com feijão-de-porco por 90 dias e adubados com 50% da dose de FO e os cafeeiros consorciados com lablabe por 30 e 60 dias e adubados com 50% ou 100% de FO (Tabela 4).

Em 2012, ano de alta produtividade, os cafeeiros consorciados com feijão-de-porco por 90 dias e adubados com 50% de FO e os cafeeiros que foram consorciados com esse mesmo adubo verde por 30 dias, mas que receberam adubação 100% apresentaram produtividades mais elevadas do que as duas testemunhas (Tabela 4).

Resultados diferentes foram observados quando os consórcios, com ambos adubos verdes, permaneceram por 120 dias com cafeeiros adubados com 50% de FO ou quando o período de consórcio dos cafeeiros adubados com 100% de FO foi igual ou superior a 60 dias, onde esses apresentaram produtividade estatisticamente igual às testemunhas (Tabela 4).

A comparação das médias do biênio de 2011/2012 revelou que o consórcio com feijão-de-porco aumentou a produtividade dos cafeeiros adubados com 50% de FO, em relação à testemunha que recebeu a mesma adubação (Tabela 4). Por outro lado, na consorciação de cafeeiros adubados com 50% de FO com o lablabe, os resultados positivos foram obtidos apenas nos períodos de consórcio de 90 e 120 dias, resultou em produtividade superior ao da testemunha onde se aplicou metade de FO (Tabela 4). Verificou-se, também, que os consórcios com feijão-de-porco por 120 dias e com lablabe por 90 dias, reduziram as produções dos cafeeiros adubados com 100% de FO em relação a testemunha que recebeu a mesma adubação (Tabela 4).

Os consórcios estabelecidos entre cafeeiros adubados com 50% de FO e feijão-de-porco, por 30 dias, e entre cafeeiros adubados com 100% de FO e lablabe, por 120 dias, e feijão-de-porco, por 90 e 120 dias, foram mais produtivos do que as testemunhas (Tabela 4). Já os consórcios realizados entre cafeeiros adubados com 50% de FO e lablabe por 90 dias, e feijão-de-porco por 60 dias, e entre cafeeiros adubados com 100% de FO e feijão-de-porco por 30 e 60 dias, apresentaram produtividade superior à da testemunha que recebeu metade da adubação, mas estatisticamente igual à da testemunha adubada com 100% de FO (Tabela 4).

Em 2014, a produção foi superior à da testemunha adubada com 50% de FO, quando os cafeeiros que receberam essa mesma adubação foram consorciados com feijão-de-porco por 60 e 90 dias, ou com lablabe por 60 dias, ou quando adubados com 100% de FO e consorciados com lablabe por 30 e 60 dias (Tabela 4). As produtividades dos consórcios entre feijão-de-porco ou lablabe e cafeeiros adubados com 50% de FO, por 30 e 120 dias, e entre cafeeiros adubados com 100% de FO e feijão-de-porco por 60 e 120 dias, ou lablabe por 90 e 120 dias, foram menores do que a testemunha que recebeu 100% da adubação e semelhante a testemunha adubada com metade do FO (Tabela 4).

Tabela 4. Produtividade anual e média bianual de café em grãos beneficiados de cafeeiros consorciados com feijão-de-porco (FP) e lablabe (LL), pelos períodos de 30, 60, 90 e 120 dias e adubados com 50% e 100% de FO, dos anos agrícolas de 2011 a 2014

Tratamentos	2011	2012	Biênio 2011/2012	2013	2014	Biênio 2013/2014	Média geral
	sc ha ⁻¹						
Testemunha 50%	4,31 A	32,61 A	18,46 A	1,74 A	36,70 A	19,22 A	18,84 A
Testemunha 100%	17,97 a	41,65 a	29,81 a	5,70 a	67,09 a	36,39 a	33,10 a
FP 30 50%	11,52 Aa	55,67 Ba	33,59 Ba	15,16 Bb	48,80 Ab	31,98 Ba	32,79 Ba
FP 60 50%	3,92 Aa	50,03 Ba	26,97 Ba	7,78 Ba	56,57 Ba	32,18 Ba	29,57 Ba
FP 90 50%	2,52 Ab	60,00 Bb	31,26 Ba	3,34 Aa	53,71 Ba	28,53 Ba	29,89 Ba
FP 120 50 %	12,16 Aa	45,72 Aa	28,94 Ba	2,21 Aa	45,59 Ab	23,90 Ab	26,42 Ba
LL 30 50%	0,80 Ab	48,46 Ba	24,63 Aa	3,50 Aa	47,94 Ab	25,72 Ab	25,17 Ab
LL 60 50%	3,38 Ab	45,25 Aa	24,31 Aa	2,27 Aa	54,08 Ba	26,94 Ab	26,24 Bb
LL 90 50%	8,10 Aa	51,87 Ba	29,99 Ba	9,72 Ba	52,12 Aa	30,92 Ba	30,46 Ba
LL 120 50%	15,72 Aa	35,64 Aa	25,68 Ba	13,01 Bb	43,17 Ab	28,09 Ba	26,89 Ba
FP 30 100%	7,07 Aa	57,63 Bb	32,35 Ba	7,88 Ba	52,05 Aa	29,97 Ba	31,16 Ba
FP 60 100%	7,10 Aa	46,50 Aa	26,80 Ba	8,70 Ba	48,99 Ab	28,85 Ba	27,82 Ba
FP 90 100%	9,47 Aa	43,56 Aa	26,51 Ba	15,20 Bb	52,85 Aa	34,03 Ba	30,27 Ba
FP 120 100 %	14,61 Aa	28,33 Aa	21,47 Ab	21,77 Bb	49,56 Ab	35,67 Ba	28,57 Ba
LL 30 100%	2,81 Ab	54,86 Ba	28,83 Ba	4,09 Aa	68,20 Ba	36,15 Ba	32,49 Ba
LL 60 100%	2,20 Ab	44,91 Aa	23,56 Aa	1,06 Aa	55,86 Ba	28,46 Ba	26,01 Bb
LL 90 100%	4,55 Aa	39,42 Aa	21,99 Ab	5,75 Aa	45,59 Ab	25,67 Ab	23,83 Ab
LL 120 100%	17,56 Aa	32,17 Aa	24,87 Aa	13,38 Bb	37,32 Ab	25,35 Ab	25,11 Ab
DMS	14,19	14,30	6,86	4,84	16,85	8,55	6,68
C.V. (%)	29,74	16,96	13,86	32,84	17,77	15,67	3,20

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem da testemunha 50%, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem da testemunha 100%, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Na produtividade média do biênio de 2013/2014 os cafeeiros adubados com 50% de FO e consorciados com feijão-de-porco por 30, 60 e 90 dias e com lablabe por 90 e 120 dias apresentaram produtividade superior à da testemunha adubada da mesma forma e igual à testemunha adubada com 100% de FO. Resultado similar foi obtido nos consórcios entre cafeeiros adubados com 100% de FO e o feijão-de-porco cultivado por 30, 60, 90 e 120 dias ou o lablabe cultivado por 30 e 60 dias.

A partir dos dados de produtividade média geral dos quatro anos observou-se que todos os sistemas de consórcio se diferenciaram a testemunha adubada com 50% de FO, exceto os cafeeiros adubados com 50% de FO e consorciados com lablabe por 30 dias e os consórcios realizados com esse mesmo adubo verde por 90 e 120, mas com cafeeiros adubados com 100% de FO (Tabela 4). Por outro lado o consórcio com lablabe por 60, 90 e 120 dias reduziu a produtividade dos cafeeiros adubados com 100% de FO (Tabela 4), o que indica que os efeitos positivos do consórcio com esse adubo verde foram superados pelos efeitos negativos, principalmente, pela competição por água. Verificou-se também que somente o consórcio com feijão-de-porco, em todos os períodos de consorciação, proporcionou aumento na produtividade dos cafeeiros que foram adubados com 50% de FO (Tabela 4). Isso, provavelmente, aconteceu porque houve maior deposição de matéria seca e conseqüentemente maior aporte de N no solo por parte do feijão-de-porco ao longo dos anos, principalmente, nos quatro anos iniciais de cultivo (Tabela 2).

A deposição de matéria seca pela leucena em cultivo consorciado com cafeeiros promoveu aumento na matéria orgânica e microbiota do solo, além de aumentar a mineralização de N do solo (Balota e Chaves, 2010). É possível que os solos onde o feijão-de-porco foi cultivado apresentassem melhores condições físicas, químicas e biológicas, pela maior deposição de matéria seca nos anos iniciais, o que possibilitou suprir a demanda imediata por nutrientes dos cafeeiros que receberam metade da adubação durante os sete anos de cultivo consorciado.

Paulo et al. (2001) e Paulo et al. (2006) estudaram o consórcio entre cafeeiros e adubos verdes, e verificaram que o plantio de adubos verdes herbáceos nas entrelinhas dos cafeeiros não influenciou na produtividade de café. Em ambos os trabalhos, o material vegetal proveniente do corte dos adubos verdes foi incorporado ao solo com enxada rotativa, o que pode ter danificado o sistema radicular dos cafeeiros que estavam em consórcio e prejudicado sua produção.

Diferentemente dos resultados alcançados pelos trabalhos acima citados foi possível verificar que as diferentes espécies de adubo verde podem provocar efeitos distintos, enquanto o consórcio com feijão-de-porco elevou a produtividade dos cafeeiros, o cultivo do lablabe por determinados períodos causou queda na produtividade de café. Isso porque, neste trabalho, o material vegetal dos adubos verdes foi colocado sobre a superfície do solo, próximo ao caule dos cafeeiros, e não deixados sobre as entrelinhas ou incorporados com enxada rotativa, o que pode ter contribuído para melhorar o desempenho dos cafeeiros desta pesquisa.

Outro fator que pode ter influenciado os resultados foi a densidade de plantas de adubo verde no consórcio. Quando o consórcio de feijão-de-porco com cafeeiros foi realizado semeando-se cinco fileiras do adubo verde em cada entrelinha, verificou-se a produtividade dos cafeeiros apresentou queda de aproximadamente 79% (Bergo et al., 2006). No presente trabalho, para diminuir a competição entre as espécies, utilizou-se menor densidade, apenas três linhas de adubo verde no centro de cada entrelinha, espaçadas 1,0 m do caule dos cafeeiros. Com isso, a produção desses consórcios se igualou ou até mesmo superou a produtividade dos cultivos solteiros.

Os resultados obtidos nesta pesquisa concordam em parte com aqueles relatados por Moreira et al. (2014). Conforme esses autores, o consórcio entre feijão-de-porco ou lablabe e cafeeiros adultos durante os períodos de 30, 60, 90 e 120 dias reduziram a produtividade de café ao final de dois anos de cultivo. Nesta pesquisa notou-se que apenas os cafeeiros consorciados com lablabe e em alguns períodos de consorciação, provocaram redução na produtividade de café.

Assim como ocorreu no consórcio entre feijão-de-porco e cafeeiros do presente estudo, o consórcio de tefrósia com cafeeiros elevou a produtividade dos mesmos (Bucagu et al., 2013). Segundo esses autores, os efeitos positivos desse adubo verde são devido ao alto teor de N e a menor relação C/N de sua matéria seca, que reduziu a imobilização e aumentou a disponibilidade de nutrientes no solo. Além da maior eficiência de uso dos nutrientes ao longo do tempo por parte dos cafeeiros (Bucagu et al., 2013). O feijão-de-porco também produziu grandes quantidades de matéria seca com baixa relação C/N e, provavelmente, além de incorporar mais nutrientes ao agroecossistema, também pode ter proporcionado o uso mais eficiente dos nutrientes pelos cafeeiros.

CONCLUSÕES

O crescimento em altura dos cafeeiros não é influenciado pelo cultivo consorciado com feijão-de-porco e labelabe.

A adubação orgânica, com base na dose recomendada de N, pode ser reduzida em 50% para cafeeiros consorciados com feijão-de-porco por período de 30 a 120 dias.

O consórcio com lablabe, por 90 e 120 dias reduz a produtividade dos cafeeiros, quando a adubação de cobertura desses é realizada com fertilizante orgânico e na recomendação de N para a cultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALOTA, E.L.; CHAVES, J.C.D. Enzymatic activity and mineralization of carbon and nitrogen in soil cultivated with coffee and green manure. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, n.5, p.1573-1583, 2010.
- BERGO, C.L.; PACHECO, E.P.; MENDONÇA, H.A.; MARINHO, J.T.S. Avaliação de espécies leguminosas na formação de cafezais no segmento da agricultura familiar no Acre. **Acta Amazonica**, v.36, n.1, p.19-24, 2006.
- BUCAGU, C.; VANLAUWE, B.; GILLER, K.E. Managing Tephrosia mulch and fertilizer to enhance coffee productivity on smallholder farms in the Eastern African Highlands. **European Journal of Agronomy**, v.48, p.19-29, 2013.
- CAVALCANTE, V.S.; SANTOS, V.R.; NETO, A.L.S.; SANTOS, M.A.L.; SANTOS, C.G.; COSTA, L.C. Biomassa e extração de nutrientes por plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.5, p.521-528, 2012.
- FÁVERO, C.; JUCKSCH, I.; ALVARENGA, R.C.; COSTA, L.M. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v.24, p.171-177, 2000.
- GAMA-RODRIGUES, A.C.; GAMA-RODRIGUES, E.F.; BRITO, E.C. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho-Amarelo na região Noroeste Fluminense (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 31, n.6, p. 1421-1428, 2007.
- JARAMILLO-BOTERO, C.; SANTOS, R.H.S.; MARTINEZ, H.E.P.; CECON, P.R.; FARDIN, M.P. Production and vegetative growth of coffee trees under fertilization and shade levels. **Scientia Agrícola**, v.67, n.6, p.639-645, 2010.

- LIMA FILHO, O.F.; AMBROSANO, E.J.; ROSSI, F.; CARLOS, J.A.P.D (ed.). **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil**, v.1, Brasília, DF: Embrapa, 2014, 507 p.
- MOREIRA, G.M.I; BARRELLA, T.P.; NETO, F.L.M.; MARTINEZ, H.E.P. SANTOS, R.H.S. Consorciação em cafeeiros orgânicos por diferentes períodos com feijão-deporco ou lablabe. **Coffee Science**, v.9, n.4, p.456-464, 2014.
- OLIVEIRA, F.L.; GOSCH, C.I.L.; GOSCH, M.S.; MASSAD, M.D. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e decomposição de leguminosas utilizadas para adubação verde. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n.4, p.503-508, 2010.
- PADOVAN, M.P.; MOTTA, I.S.; CARNEIRO, L.F.; MOITINHO, M.R.; FERNANDES, S.S.L. Acúmulo de fitomassa e nutrientes e estágio mais adequado de manejo do feijão-deporco para fins de adubação verde. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.6, n.3, p.182-190, 2011.
- PARTELLI, F.L.; VIEIRA, H.D.; FERREIRA, E.P.B.; VIANA, A.P.; ESPINDOLA, J.A.A.; URGUAGA, S.; BODDEY, R.M. Biologic fixation and nutriente cycling in cover crops and their effect on organic Conilon coffee. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n.3, p. 995-1006, 2011.
- PAULO, E.M.; BERTON, R.S.; CAVICHIOLI, J.C.; BULISANI, E.A.; KASAI, F.S. Produtividade do cafeeiro mundo novo enxertado e submetido à adubação verde antes e após recepa da lavoura, **Bragantia**, v.65, n.1, p.115-120, 2006.
- PAULO, E.M.; BERTON, R.S.; CAVICHIOLI, J.C.; BULISANI, E.A.; KASAI, F.S. Produtividade do café apoaã em consórcio com leguminosas na região da alta paulista, **Bragantia**, v.60, n.3, p.195-199, 2001.
- RIBEIRO, A.C., GUIMARÃES, P.T.G., ALVAREZ, V.H. (eds). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a Aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359 p.
- RICCI, M.S.F.; ALVES, B.J.R.; MIRANDA, S.C.; OLIVEIRA, F.F. Growth rate and nutritional status of na organic coffee cropping system, **Scientia Agricola**, v.62, n.2, p.138-144, 2005.
- SEVERINO, L.S.; SAKIYAMA, N.S.; PEREIRA, A.A.; GLAUCO VIEIRA MIRANDA, G.V.; ZAMBOLIM, L.; BARROS, U.V. Associações da produtividade com outras características agrônômicas de café (*Coffea arabica* L. “Catimor”). **Acta Scientiarum**, v.24, n.5, p. 1467-1471, 2002.

- SILVA, E.A.; DAMATTA, F.M.; DUCATTI, C.; REGAZZI, A.J.; BARROS, R.S.
Seasonal changes in vegetative growth and photosynthesis of Arabica coffee trees.
Field Crops Research. v. 89, n.2-3, p.349-357, 2004.
- SOBREIRA, F.M.; GUIMARÃES, R.J.; COLOMBO, A.; SCALCO, M.S.;
CARVALHO, J.G. Adubação nitrogenada e potássica de cafeeiro fertirrigado na fase
de formação, em plantio adensado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.1,
p.9-16, 2011.
- TEODORO, R.B.; OLIVEIRA, F.L.; SILVA, D.M.N.; FÁVERO, C.; QUARESMA,
M.A.L. Aspectos agronômicos de leguminosas para adubação verde no cerrado do
Alto Vale do Jequitinhonha. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v.35, p.635-643,
2011.
- VINELLO, R.L.; ALVES, A.R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa:
Universidade Federal de Viçosa, 1991. 448p.

CAPÍTULO III

CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE CAFEZEIROS CONSORCIADOS COM ADUBOS VERDES DURANTE SETE ANOS – II. Comparações entre espécies, tempo de consórcio e doses de adubo orgânico

RESUMO

Existem resultados contrastantes quanto ao emprego da adubação verde em cafezais. Os resultados variam conforme a espécie de adubo verde utilizada, os tratos culturas realizados, o período de consorciação, as condições edafoclimáticas de cada local e ao tempo de condução e avaliação dos experimentos. Assim, objetivou-se avaliar o efeito do período de consorciação entre cafeeiros e *Canavalia ensiformis* (L.) DC. ou *Dolichos lab lab* L., sob diferentes doses de adubação orgânica, sobre o crescimento e produtividade de cafeeiros. Para tanto foi instalado experimento em esquema de parcela subdividida 2x4x2, com dois consórcios de café (cafeeiro x *C. ensiformis* e cafeeiro x *D. lab lab*), quatro períodos de consorciação (30, 60, 90 e 120 dias após a semeadura) e duas doses de adubação dos cafeeiros (50% e 100% de fertilizante orgânico), em delineamento de blocos casualizados, com cinco repetições. O experimento foi avaliado durante quatro anos consecutivos. O crescimento em altura dos cafeeiros não é alterado pela espécie de adubo verde utilizada no consórcio. O incremento no diâmetro de copa dos cafeeiros foi estimulado pelo cultivo em consórcio com *C. ensiformis* por até 90 dias. Os cafeeiros consorciados com *C. ensiformis*, por 30 dias, foram mais produtivos do que quando consorciados com *D. lab lab* pelo período de 30 dias. Nos primeiros anos de consórcio entre cafeeiros e adubos verdes a produtividade de café diminuiu com aumento dos períodos de consorciação, mas após o terceiro ano a consorciação com *D. lab lab* por períodos superiores à 54 dias aumentaram a produtividade de café.

Palavras-chave: feijão-de-porco, lablabe, *Coffea arabica*, fertilizante orgânico

INTRODUÇÃO

O nitrogênio compõe a estrutura de várias biomoléculas e enzimas e por isso é considerado um nutriente essencial que pode limitar a produtividade de cafeeiros (Bredemeier e Mundstock, 2000; Malavolta, 2002). A demanda nutricional dos cafeeiros não varia em função da produtividade, porque, quando o cafeeiro está no ano de baixa produtividade, o crescimento de folhas, ramos plagiotrópicos e ramos novos transformam-se em fortes drenos de carboidratos e nutrientes (Malavolta et al., 2002).

Os fertilizantes sintéticos são as principais formas de suprir a demanda de nitrogênio na cafeicultura. Dentre eles, os nitrogenados que são oriundos de fontes não renováveis de energia, cujo preço é influenciado, normalmente, pela demanda desse produto e pelo preço do petróleo. O gasto com insumos em uma lavoura cafeeira pode atingir 36,5% do custo de produção, quando se utiliza fertilizante nitrogenado sintético (Nasser et al., 2012). Assim, para que se aumente a produção de café sem elevar os custos é necessário o uso de fontes de nutrientes menos onerosas para o agricultor.

Uma alternativa de suprimento da demanda por nitrogênio dos cafeeiros é via adubação orgânica, combinada ou não com a adubação verde. A associação de duas fontes de nutrientes na adubação orgânica pode contribuir para uma nutrição mais equilibrada dos cafeeiros. A adubação verde promove uma maior ciclagem de nutrientes entre as camadas do solo e incorpora N atmosférico ao sistema. A adubação com composto orgânico, quando associada à adubação verde com crotalaria (*Crotalaria juncea* L.) ou a biofertilizante aumentaram o crescimento de cafeeiros em fase de formação e produção (Araújo et al., 2008; 2013).

A transferência de nitrogênio de adubos verdes para as culturas ocorre, principalmente, pela decomposição e a mineralização de nutrientes do material, após o corte da parte aérea (Trannin et al., 2000). Na literatura são expressivos os trabalhos que comprovam a transferência de N de adubos verdes para culturas, como, café (Araújo et al., 2013; Araújo et al., 2014), cana-de-açúcar (Ambrosano et al., 2011), milho (Scivittaro et al., 2003), mostarda (Choi et al., 2008), trigo (Lange et al., 2009) e uva (Ovalle et al., 2010).

O uso de adubos verdes em cafezais, além de incorporar N-atmosférico ao solo (Zhou et al., 2011), também contribui para melhorar suas características físicas, químicas e biológicas (Balota e Chaves, 2011), elevar o teor de nutrientes nas folhas do cafeeiro (Ricci et al., 2005) e pode suprimir plantas daninhas (Bergo et al., 2006). Alguns estudos relataram aumento da produtividade de café, como em Ruanda, no leste

da África, no consórcio com tefrosia (*Tephrosia vogelii* Hook. F) (Bucagu et al. 2013). No Acre, com a leguminosa *Flemingia congesta* (Roxb. ex W. T. Aiton) (Bergo et al., 2006) e na taxa de crescimento de cafeeiros, quando se utilizou a parte aérea de crotalaria como adubo verde (Araújo et al., 2013).

No entanto, em outros casos as vantagens citadas acima não se traduzem em maior produtividade ou crescimento dos cafeeiros (Paulo et al., 2001; Paulo et al., 2006; Moreira et al., 2014) e redução de custos, gerando dúvidas quanto à sua eficiência. Essas indefinições estão relacionadas às características intrínsecas das espécies de adubo verde, aos tratos culturas utilizados, ao período de consorciação, as condições edafoclimáticas de cada local e ao tempo de condução e avaliação do sistema de consórcio (Paulo et al., 2001; Ricci et al., 2005; Bergo et al., 2006; Paulo et al., 2006; Balota e Chaves, 2010; Partelli et al., 2011; Moreira et al., 2014).

O cafeeiro possui características específicas que devem ser consideradas para a obtenção de sucesso com a adubação verde em sistema de consórcio. As fases de crescimento ativo e reprodutivo acontecem concomitantemente (Silva et al., 2004) e o potencial produtivo é definido um ano antes da formação de frutos. O período de maior demanda por nutrientes ocorre entre os meses de setembro e março, em Viçosa-MG (Laviola et al., 2009). Essas características, possivelmente, concorram para que efeitos negativos da consorciação com adubos verdes sejam percebidos nos primeiros anos de implantação do sistema e os efeitos benéficos, apenas detectados em anos posteriores.

Outra lacuna do conhecimento se refere ao tempo de consorciação durante cada ano. Normalmente, os adubos verdes são cortados no estágio de pleno florescimento, pois as plantas estão com a máxima concentração de nutrientes (Lima-Filho, 2014). Porém, o florescimento pode não ser a época mais indicada para o corte dos adubos verdes quando o objetivo for o fornecimento de nutrientes para os cafeeiros. Isso porque o período de demanda por nutrientes dos cafeeiros pode coincidir com o período de crescimento dos adubos verdes, o que dificultaria o sincronismo entre do período de absorção de nutrientes pelos cafeeiros e a disponibilização de nutrientes pela mineralização dos adubos verdes.

Também existe grande diversidade de características entre as leguminosas mais comuns utilizadas para a adubação verde. O feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes* (L.) DC.) é uma espécie herbácea que apresenta crescimento determinado, tolera bem ambientes com déficit hídrico e solos com baixa fertilidade e possui ciclo de vida curto, florescendo entre 64 e 118 dias (Carvalho et al., 2006). O lablabe (*Dolichos lab lab* L.)

possui crescimento indeterminado e trepador, baixa tolerância à solos com baixa fertilidade e ciclo de vida mais longo, com florescimento em 156 dias (Carvalho et al., 2006).

No estudo realizado por Moreira et al. (2014), nos dois primeiros anos de consórcio de cafeeiros com adubos verdes, o crescimento dos cafeeiros não foi alterado. Entretanto, a produtividade de café foi reduzida pelo aumento no período de consorciação, principalmente, com o feijão-de-porco. O fato do crescimento dos cafeeiros não ter sido afetado pode ser um indicativo de que a produtividade de café dos anos posteriores pode ser superior ou igual da testemunha, visto que os cafeeiros determinam seu potencial de produtividade com base no crescimento do ano anterior. A adubação verde realizada com a parte aérea do feijão-de-porco elevou a produtividade de café e o teor de cálcio, a soma de bases, a matéria orgânica e a capacidade de troca de catiônica do solo, onde os cafeeiros foram cultivados (Araújo et al., 2014). A transferência de N entre o feijão-de-porco e o cafeeiro está diretamente relacionada com quantidade de matéria seca da leguminosa, podendo chegar a representar 18,78% do N total do cafeeiro (Araújo et al., 2014).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso de duas espécies de adubo verde no consórcio, por diferentes períodos, com cafeeiros adubados com duas doses de fertilizante orgânico ao longo de quatro anos.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no município de Viçosa, Minas Gerais, em uma área localizada à 20°45'14" sul, 42°52'53" oeste e altitude de 650 m. A região possui clima do tipo "Cwb", mesotérmico úmido, com verão chuvoso e inverno seco (Vinello e Alves, 1991). O tipo de solo Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico. O solo da área experimental apresentava as seguintes características químicas na camada de 0 a 20 cm, antes da implantação do experimento: pH (H₂O) = 6,0; P = 14,8 mg dm⁻³; K = 69,8 mg dm⁻³; Ca²⁺ = 2,0 cmol_c dm³; Mg²⁺ = 0,7 cmol_c dm³; Al³⁺ = 0,0 cmol_c dm³; H+Al = 3,96 cmol_c dm³; SB = 2,88; t = 2,88 cmol_c dm³; T = 6,84 cmol_c dm³; V = 42%; m = 0,0%; P remanescente = 24,2 mg L⁻¹.

O experimento foi instalado em esquema de parcela subdividida (2x4x2)+2. A parcela foi composta por dois sistemas de consórcio (cafeeiro x feijão-de-porco e cafeeiro x lablabe), a subparcela, por quatro períodos de consorciação dos cafeeiros com os adubos verdes (30, 60, 90 e 120 dias após a semeadura) e a subsubparcela, por

duas doses de adubação orgânica para os cafeeiros (50% e 100% do fertilizante orgânico (FO)). Os dois tratamentos adicionais consistiram nas testemunhas absolutas, café solteiro adubado com 50% e 100% de FO. Utilizou-se delineamento de bloco casualizados, com cinco repetições por tratamento. Cada parcela experimental foi constituída por três linhas de cafeeiros, com o adubo verde semeado em ambas as entrelinhas.

O consórcio com adubos verdes foi implantado desde o primeiro ano de cultivo dos cafeeiros, em 2007 e foi realizado durante todos os anos até 2014. As mudas de *Coffea arabica* cv. Oeiras foram transplantadas em outubro de 2007, em espaçamento de 2,80 m x 0,75 m, resultando em uma população de 4.761 plantas ha⁻¹. Para adubação de plantio utilizaram-se, 3,0 L cova⁻¹ (750 g cova⁻¹) de cama de aviário, 300 g cova⁻¹ de termofosfato Yoorin e 50 g cova⁻¹ de calcário. As adubações de cobertura foram realizadas com cama de aviário e torta de mamona, divididas em três aplicações distribuídas durante o período chuvoso. A quantidade fornecida aos cafeeiros em cada ano foi obtida com base nos tratamentos na necessidade de N e na produtividade esperada conforme sugerido por Ribeiro et al. (1999) descritas na Tabela 1. O controle de plantas daninhas foi feito sempre que necessário por meio de capina manual e roçadas mecânicas.

Tabela 1. Quantidade de N e FO e fornecido aos cafeeiros durante os períodos de 2007 a 2014

Anos	Torta de mamona*				Cama de aviário**			
	50%		100%		50%		100%	
	MF	N	MF	N	MF	N	MF	N
	Kg ha ⁻¹							
2007/2008	-	-	-	-	774	21,89	1.547	43,75
2008/2009	-	-	-	-	1.555	43,97	3.110	87,95
2009/2010	2.714	138,29	5.428	276,58	4.285	121,18	8.570	242,35
2010/2011	595	30,32	1.190	60,63	3.570	100,96	7.141	201,94
2011/2012	1.071	54,57	2.142	109,14	4.116	116,40	8.232	232,79
2012/2013	3.579	182,36	1.789	91,16	3.166	89,53	6.332	179,06
2013/2014	1.276	65,02	2.553	130,08	4.761	134,64	9.522	269,27

*Umidade média = 12,90 e teor médio de N = 5,85; ** Umidade média = 51,66 e teor médio de N = 2,18.

A semeadura dos adubos verdes foi realizada no início do período chuvoso de cada ano (outubro), exceto no ano de 2007 quando os adubos verdes foram semeados em dezembro. As sementes foram distribuídas em sulcos espaçados de 0,4 m e densidade de 6 sementes m⁻¹ linear. Após 15 dias de semeadura dos adubos verdes

realizou-se a capina manual das plantas daninhas. Ao final de cada período de consórcio, isto é, aos 30, 60, 90, e 120 dias após semeadura, a parte aérea dos adubos verdes foi cortada ao nível do solo e distribuída próximo ao caule dos cafeeiros. O acúmulo total de matéria seca dos adubos verdes referente aos sete anos de cultivo estão apresentados na Tabela 2. Para realizar o cálculo de acúmulo de matéria fresca, determinou-se quanto da área total do experimento foi efetivamente ocupada com o cultivo dos adubos verdes (43%) e dos cafeeiros (67%). A partir dessa estimativa de área ocupada pelos adubos verdes obteve-se o acúmulo de matéria fresca, matéria seca e N por hectare.

Tabela 2. Matéria seca de feijão-de-porco (FP) e lablabe (LL) cultivados em consórcio com cafeeiros em função dos anos de cultivo dos cafeeiros e do período de consórcio

Ano de cultivo	30 DAS		60 DAS		90 DAS		120 DAS	
	FP	LL	FP	LL	FP	LL	FP	LL
	Mg ha ⁻¹							
2007/08	1,78	1,29	4,24	2,77	4,92	3,78	5,35	3,57
2008/09	0,42	0,13	1,61	0,85	3,49	2,12	5,10	5,47
2009/10	0,49	0,32	2,31	2,03	7,83	4,01	6,71	4,83
2010/11	0,46	0,23	1,96	1,44	5,66	3,07	5,91	5,18
2011/12	0,25	0,11	1,38	0,94	2,00	1,85	3,70	3,90
2012/13	0,29	0,11	1,39	1,11	2,92	2,89	2,16	2,99
2013/14	0,08	0,05	0,43	0,47	1,26	1,25	1,87	1,47
Média	3,77	2,24	10,32	9,61	28,51	18,97	30,80	27,41

* DAS – Dias após semeadura

Como os cafeeiros ainda estavam muito novos quando ocorreu a primeira florada, em 2008, as flores foram retiradas para que o desenvolvimento dos cafeeiros não ficasse comprometido. Dessa forma a primeira safra de café foi colhida em 2010. Neste trabalho, iniciaram-se as avaliações de crescimento e de produção dos cafeeiros de setembro de 2010 a junho de 2014, sendo avaliadas quatro safras, que corresponderam a dois anos de baixa (2011 e 2013) e dois anos de alta (2012 e 2014) produtividade.

O desenvolvimento dos cafeeiros foi determinado ao final do período de maior crescimento (março) e menor crescimento (setembro) crescimento das plantas para região de Viçosa-MG (Silva et al., 2004). Determinaram-se: a altura das plantas, obtida por meio de uma régua graduada, na posição paralela ao ramo ortotrópico e; o diâmetro de copa, obtido com o auxílio de uma régua graduada, no sentido transversal à linha de plantio do cafeeiro. O incremento em altura e diâmetro de copa dos cafeeiros foi estimado pela subtração dos dados de março pelos dados de setembro do ano anterior.

A produtividade de café foi avaliada quantificando-se a produção em grãos beneficiados. Para tanto, os frutos tipo cereja de todos os cafeeiros da subparcela foram colhidos e imediatamente pesados. Posteriormente, uma amostra de aproximadamente 2 kg de café cereja de cada subparcela foi submetida a secagem, em terreiro de cimento, até que atingissem umidade de 12%. Após o descascamento das amostras de café em coco de cada subparcela, pesagem dos grãos e determinação do rendimento dos mesmos, foi calculada a produtividade de café beneficiado, expressa em sacas de 60 kg ha^{-1} ($sc\ ha^{-1}$).

As informações quanto à precipitação total e à temperatura ocorridas durante os períodos de consorciação em cada ano, ao longo do tempo de condução do experimento, estão apresentadas na Figura 1.

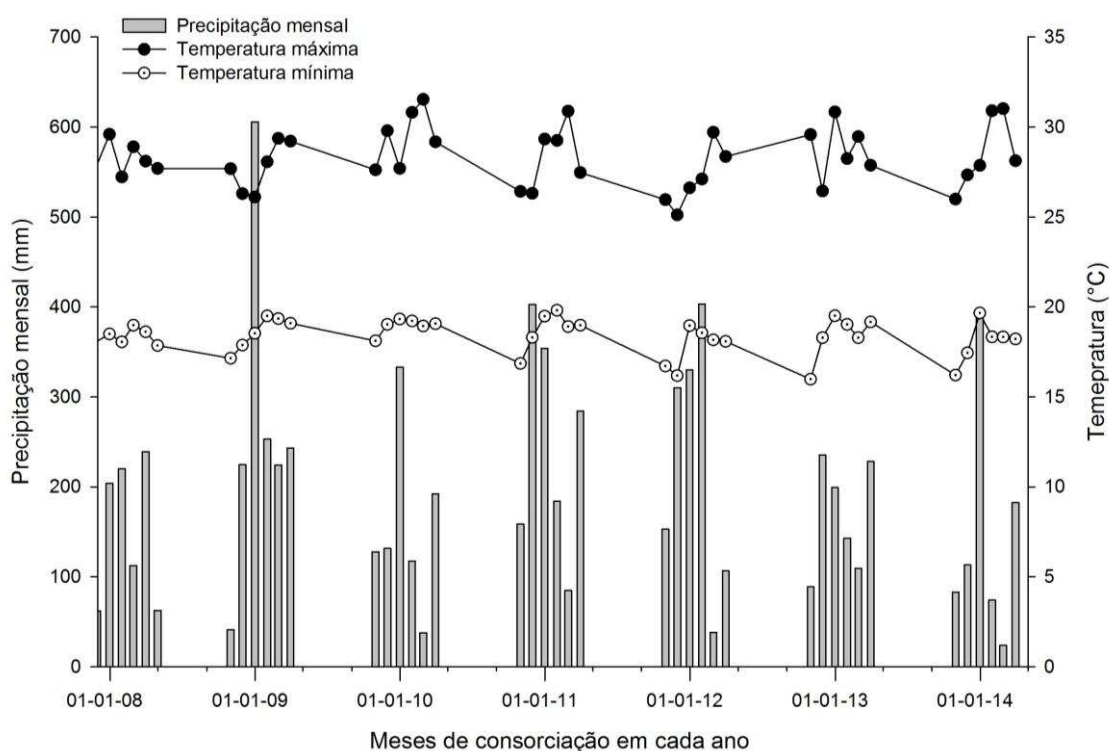


Figura 4. Precipitação mensal (mm), temperatura máxima média mensal (°C) e temperatura mínima média mensal (°C) observada no período de cultivo dos adubos verdes em consórcio com cafeeiros, ao longo dos anos de 2007 a 2014. As barras representam os meses nos quais conduziu-se o consórcio.

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia, Estação Meteorológica A510, Viçosa-MG, 2014.

Neste trabalho optou-se por estudar os dados das variáveis independentes que compõem o esquema de parcela subdividida, sem realizar a comparação dos dados dessas variáveis com os tratamentos adicionais. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos dados qualitativos foram comparadas pelo teste de Tukey, a

5% de probabilidade. Para as variáveis quantitativas efetuou-se análise de regressão, por meio da qual foram escolhidos os modelos matemáticos, com base no coeficiente de determinação e no fenômeno biológico em estudo. As análises foram efetuadas no programa de Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito da interação entre período de consorciação, espécies de adubo verde e dose de fertilizante orgânico, em todas as variáveis avaliadas. Detectou-se que apenas no período consorciação por 60 dias e adubação de 50% de FO é que houve diferença entre as leguminosas, com maior crescimento em altura dos cafeeiros consorciados com o lablabe (Tabela 3).

O incremento em altura dos cafeeiros adubados com 100% de FO foi maior do que os adubados com 50% de FO, quando esses foram consorciados com feijão-deporco pelo período de 120 dias em 2011, e por 90 dias em 2014, e quando foram consorciados com lablabe por 60 dias, em 2014 (Tabela 3). Em 2013, em todos os períodos de consorciação avaliados, não se observou diferença no incremento em altura dos cafeeiros, entre as doses de FO e nem entre as espécies de adubo verde utilizadas no consórcio (Tabela 3).

Tabela 3. Incremento em altura (cm) de cafeeiros consorciados com feijão-deporco (FP) e lablabe (LL) pelos períodos de 30, 60, 90 e 120 dias após a semeadura dos adubos verdes, e adubados com 50% e 100% de FO, nos anos de 2011 à 2014

Dose de Adubação	Período de consorciação (dias)							
	30		60		90		120	
	FP	LL	FP	LL	FP	LL	FP	LL
2011								
50%	37,4Aa	40,6Aa	34,3Ab	39,0Aa	38,3Aa	41,2Aa	34,6Ba	36,6Aa
100%	36,8Aa	40,6Aa	36,1Aa	39,2Aa	38,3Aa	39,5Aa	38,8Aa	38,3Aa
C.V(%)	11,04							
2012								
50%	38,4Aa	40,8Aa	34,2Aa	37,7Aa	37,6Aa	40,2Aa	34,6Aa	37,1Aa
100%	37,4Aa	40,1Aa	35,2Aa	39,2Aa	38,8Aa	40,0Aa	38,7Aa	38,8Aa
C.V (%)	8,35							
2013								
50%	13,80Aa	11,11Aa	13,73Aa	13,31Aa	13,32Aa	13,72Aa	11,47Aa	10,93Aa
100%	10,40Aa	10,05Aa	14,06Aa	13,20Aa	15,88Aa	14,29Aa	14,08Aa	11,79Aa
C.V (%)	19,09							
2014								
50%	17,13Aa	18,73Aa	18,23Aa	17,04Ba	18,74Ba	19,85Aa	18,74Aa	16,68Aa
100%	20,85Aa	19,22Aa	21,22Aa	21,74Aa	23,16Aa	19,63Aa	20,44Aa	18,91Aa
C.V (%)	13,86							

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, e minúscula, na linha, em cada período de consorciação, não se diferem pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Por meio da análise de regressão, verificou-se que, em 2011, os dados de incremento em altura dos cafeeiros adubados com 100% de FO e consorciados com lablabe se ajustaram ao modelo matemático hiperbólico, que evidenciou que houve uma redução no crescimento, após 30 dias consorciação (Figura 2). Os dados de incremento em altura dos cafeeiros nos demais tratamentos, desse mesmo ano, não se enquadraram nos modelos matemáticos (Figura 2). Em 2013, o incremento em altura dos cafeeiros consorciados com feijão-de-porco e lablabe se ajustaram ao modelo quadrático, que permitiu estimar que os cafeeiros adubados com 50% e 100% de FO e consorciados com feijão-de-porco atingiram o maior incremento em altura aos 50 e 74 dias de consorciação, respectivamente, ao passo que com lablabe o maior incremento em altura ocorreu aos 89 e 81 dias de consorciação (Figura 2). Assim como se observou em 2011, no ano de 2014 apenas os dados de um dos tratamentos se ajustou a um modelo matemático, no qual foi possível verificar que os cafeeiros adubados com 50% de FO e consorciados com feijão-de-porco atingiram o maior incremento em altura aos 104 dias de consórcio (Figura 2).

Os dados de incremento em altura dos cafeeiros em função do período de consorciação com os adubos verdes se relacionam com as variações de precipitação que ocorreram ao longo dos períodos de consorciamento de cada ano (Figura 1). Em 2011, 2012 e 2014 quando o padrão de distribuição de chuvas observado para a região se assemelhou ao esperado, com maior concentração do volume de chuvas nos meses de outubro a janeiro e redução nos meses de fevereiro a maio, a consorciação com adubos verdes, praticamente, não afetou o incremento em altura dos cafeeiros (Figura 2). O que reforça a hipótese de que existe uma competição por água entre adubos verdes e cafeeiros e que os efeitos dessa competição são intensificados conforme os fatores climáticos, principalmente, quando os adubos verdes forem cultivados por períodos superiores a 50 dias.

O consórcio com feijoeiro não alterou o incremento em altura dos cafeeiros (Carvalho et al., 2010), o que também pôde ser verificado neste trabalho para os anos de 2011, 2012 e 2014. A diferença entre esses dois trabalhos é que o feijoeiro recebeu adubação e houve exportação de nutrientes do sistema, por parte da fabacea por causa da colheita de grãos. Enquanto nesta pesquisa não se adubou os adubos verdes e tão pouco houve exportação de nutrientes do sistema.

As partes do cafeeiro que mais acumularam N proveniente da adubação de cobertura fornecida via fertilizante mineral são as raízes localizadas na camada de 0 a

20 cm do solo, o ramo ortótropico central, as folhas dos ramos vegetativos e os frutos (Fenilli et al., 2008). A partir da análise desses dados e com base na literatura é possível inferir que o N proveniente principalmente da decomposição do feijão-de-porco pode ter complementado a demanda de N dos cafeeiros adubados com 50% de FO e que permitiu o maior crescimento em altura dessas plantas, porque os cafeeiros que, aparentemente, se apresentavam com menor carga de frutos, em consequência da menor quantidade de FO recebido via adubação de cobertura, apresentaram os maiores incrementos em altura.

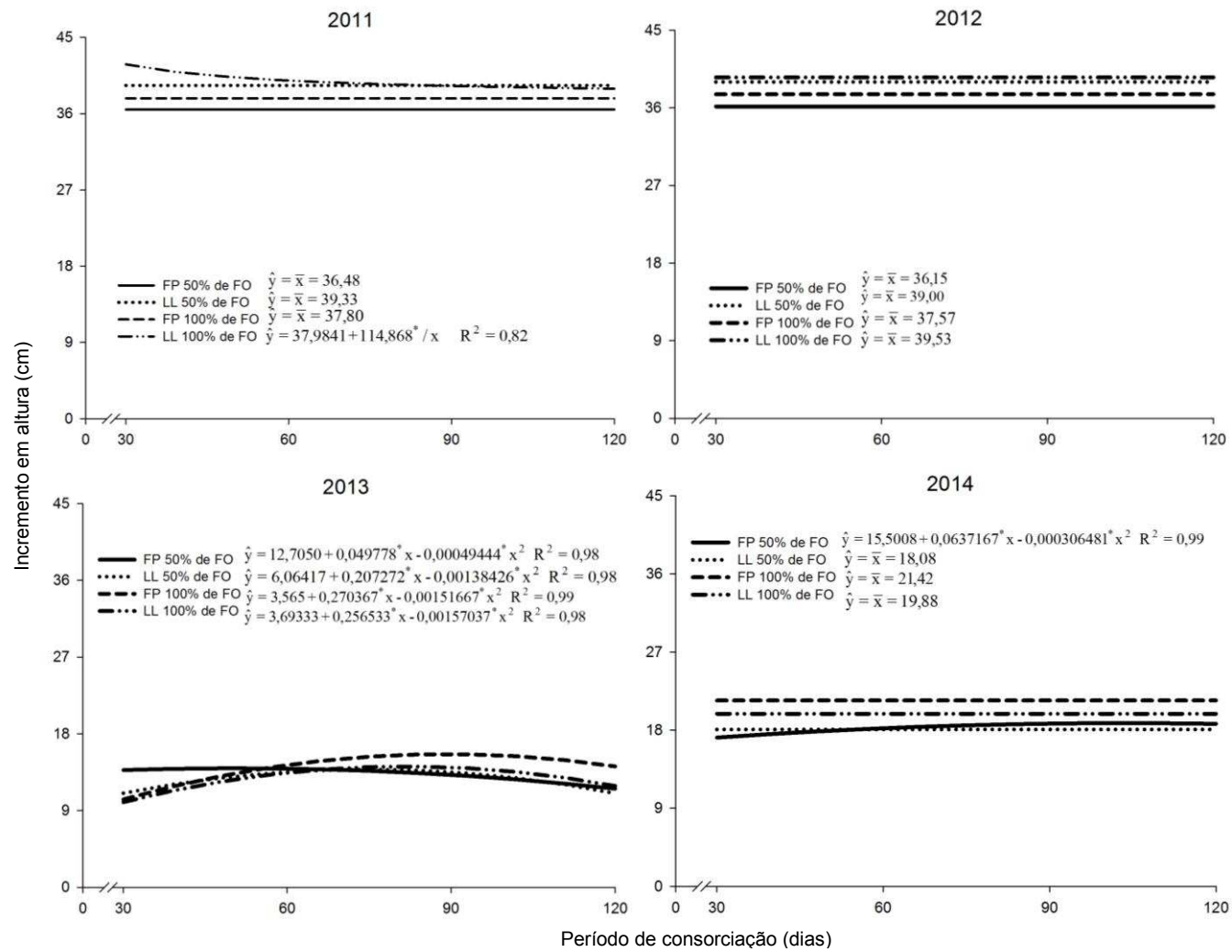


Figura 2. Incremento em altura de cafeeiros adubados com 50% e 100% da dose de FO consorciados com feijão-de-porco (FP) e com lablabe (LL), nos anos de 2011 a 2014. ** e * significativo à 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de “t”.

Os resultados de incremento de diâmetro de copa proporcionaram maior distinção entre os tratamentos. Foi possível verificar que os cafeeiros adubados com 50% de FO e consorciados com lablabe, por 30, 90 e 120 dias apresentaram maior incremento em diâmetro de copa do que os cafeeiros consorciados com feijão-de-porco, nos anos de 2011 e 2012 (Tabela 4). Verificou-se ainda que o mesmo resultado ocorreu quando os cafeeiros adubados com 100% de FO foram consorciados com lablabe por 90 dias, em 2011 (Tabela 4).

Em 2013, os cafeeiros consorciados por 60 dias com feijão-de-porco e adubados com 100% de FO alcançaram maior incremento em diâmetro de copa do que aqueles consorciados com lablabe, pelo mesmo período (Tabela 4). Resultado semelhante a esse foi apresentado pelos cafeeiros adubados com 50% de FO e consorciados por 60 dias com feijão-de-porco, em 2014 (Tabela 4).

Aos 120 dias de consórcio com lablabe, os cafeeiros adubados com 50% de FO superaram o crescimento em diâmetro de copa dos cafeeiros adubados com 100%, em 2011 e 2012 (Tabela 4). Em 2013, com os cafeeiros adubados com 50% de FO no consórcio com feijão-de-porco por 60 dias também apresentaram maior incremento em diâmetro de copa do que os cafeeiros adubados com 100% de FO (Tabela 4). O crescimento em diâmetro de copa dos cafeeiros adubados com 100% de FO foi maior do que dos adubados com 50% de FO, em 2014, quando esses foram consorciados com feijão-de-porco por 60 dias (Tabela 4).

O feijão-de-porco é uma espécie que possui crescimento ereto e determinado, podendo atingir até 1,6 m de altura (Carvalho e Amabile, 2006). Nos anos de 2011 e 2012 a quantidade de matéria seca acumulada pelo feijão-de-porco foi entre 7,5% e 64% superior a do lablabe (Tabela 2). Essa maior produção de matéria seca resultou em maior sombreamento dos ramos inferiores do cafeeiro o que pode ter causado a redução no incremento em diâmetro de copa. O acúmulo de, aproximadamente, 1,34 Mg ha⁻¹ pelo feijão-de-porco não influenciou o crescimento em diâmetro de copa dos cafeeiros que foram consorciados com esse adubo verde (Partelli et al., 2010). Em 2013, apesar do feijão-de-porco ter acumulado menor quantidade de matéria seca, o volume de chuvas na região também foi menor do que o esperado (Figura 1). Assim, alguns efeitos positivos que poderiam ocorrer pela redução na intensidade de competição entre as espécies foram neutralizados.

Tabela 4. Incremento em diâmetro de copa (cm) de cafeeiros consorciados com feijão-de-porco (FP) e lablabe (LL) pelos períodos de 30, 60, 90 e 120 dias, após a semeadura dos adubos verdes, e adubados com 50% e 100% de FO, nos anos de 2011 a 2014

Dose de Adubação	Período de consorciação (dias)							
	30		60		90		120	
	FP	LL	FP	LL	FP	LL	FP	LL
2011								
50%	17,5Ab	31,0Aa	22,4Aa	29,8Aa	24,5Ab	38,1Aa	22,3Ab	51,0Aa
100%	23,2Aa	25,6Aa	17,5Aa	25,2Aa	20,0Ab	41,4Aa	30,5Aa	35,3Ba
C.V(%)	10,0							
2012								
50%	18,3Ab	31,2Aa	24,2Aa	30,9Aa	26,1Ab	36,4Aa	22,2Ab	48,4Aa
100%	26,8Aa	25,0Aa	20,9Aa	28,3Aa	23,5Aa	29,1Aa	29,6Aa	35,1Ba
C.V(%)	22,04							
2013								
50%	15,6Aa	19,6Aa	19,1Ba	14,7Aa	21,3Aa	20,9Aa	19,1Aa	16,5Aa
100%	21,4Aa	17,9Aa	26,7Aa	17,4Ab	20,4Aa	18,9Aa	15,6Aa	18,4Aa
C.V(%)	32,70							
2014								
50%	9,1Aa	14,7Aa	28,1Aa	11,4Ab	11,1Aa	14,9Aa	10,9Aa	17,0Aa
100%	14,5Aa	16,8Aa	14,6Ba	16,8Aa	16,6Aa	15,7Aa	15,0Aa	13,8Aa
C.V(%)	38,59							

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, e minúscula, na linha, em cada período de consorciação, não se diferem pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

O período de consorciação afetou tanto o incremento em diâmetro de copa dos cafeeiros adubados com 50% de FO quanto daqueles adubados com 100%. Os cafeeiros adubados com 50% de FO e consorciados com feijão-de-porco, por exemplo, apresentaram aumento no incremento em diâmetro de copa a partir dos primeiros dias de consorciamento e redução a partir do 89°, 83° e 88° dias de consorciação, em 2011, 2012 e 2013, respectivamente (Figura 3). Já para os cafeeiros adubados com 50% de FO e consorciados com lablabe verificou-se que a redução no incremento em diâmetro de copa se estendeu até o 46°, 47° e 63° dias de consorciação, nos anos de 2011, 2012 e 2014, respectivamente (Figura 3), e posteriormente houve aumento.

A adubação verde com feijão-de-porco de cafeeiros adubados com 100% de FO reduziu o incremento de diâmetro de copa até, aproximadamente, o 66° dia de consorciação, em 2011, e o 70° dia, em 2012, e a partir do 64° dia de consorciação em 2013 (Figura 3). Quando a adubação dos cafeeiros foi de 100% de FO em consórcio com lablabe, verificou-se que os dados de quase todos os anos estudados não se ajustaram a um modelo matemático, exceto para o ano de 2014, onde a adubação verde reduziu o incremento em diâmetro de copa dos cafeeiros a partir do 43° dia de consorciação (Figura 3).

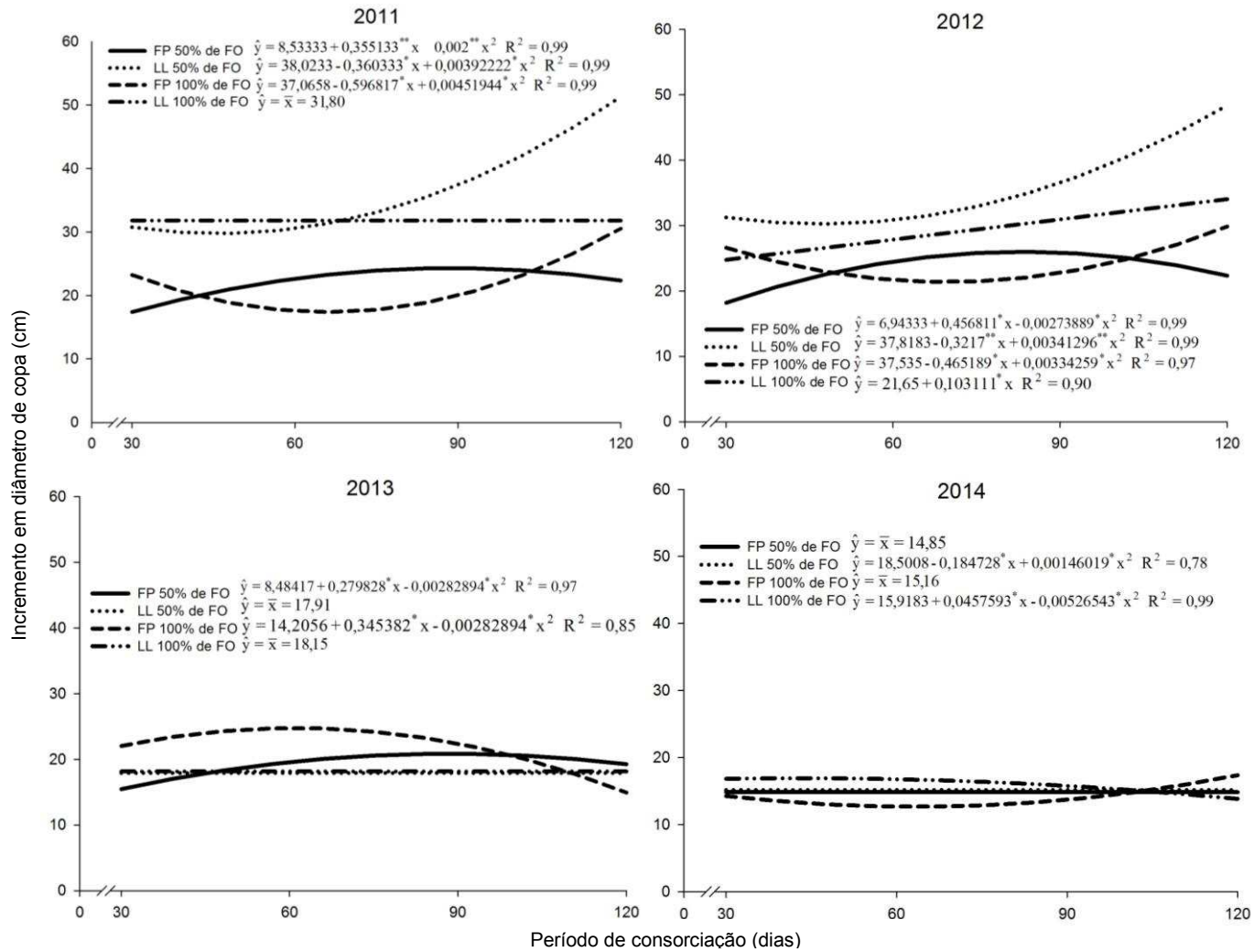


Figura 3. Incremento em diâmetro de copa de cafeeiros adubados com 50% e 100% da dose de FO consorciados com feijão-de-porco (FP) e com lablabe (LL), nos anos de 2011 à 2014. ** e * Significativo à 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de “t”.

Assim, é possível notar que o crescimento em diâmetro de copa dos cafeeiros adubados com 50% de FO foi estimulado pelo cultivo do feijão-de-porco até o período em que esse adubo verde atingiu o máximo crescimento vegetativo, entre 80-90 dias e se iniciou a fase reprodutiva. Isso provavelmente aconteceu porque, enquanto o feijão-de-porco estava crescendo, o sombreamento dos ramos plagiotrópicos dos cafeeiros foi menor. Na região da Zona da Mata mineira o maior volume de chuvas se concentra nos meses de novembro, dezembro e janeiro, o que proporciona redução na competição por água.

A capacidade de cobrir o solo dos adubos verdes também parece ter afetado de maneira considerável fortemente o incremento em diâmetro de copa. O feijão-de-porco possui crescimento inicial rápido e consegue cobrir até 80% do solo nos primeiros 60 dias após a semeadura (Teodoro et al., 2011; Cardoso et al. 2012). Porém, após o florescimento (90 dias) ocorre redução da emissão de folhas, o que deixa o solo mais exposto à perdas de água por evaporação e emergência de plantas daninhas. Já o lablabe apresenta crescimento inicial lento e somente 90 dias após de semeadura que o solo é completamente coberto (Teodoro et al., 2011). Ao contrário do feijão-de-porco, essa leguminosa possui florescimento tardio, após 150 dias de semeadura, o que permite que o solo permaneça protegido por mais tempo contra a perda de água por evaporação e a emergência de plantas daninhas.

Em outro trabalho, o feijão-de-porco provocou a redução no incremento em diâmetro de copa dos cafeeiros até o 55º dia de consorciação (Moreira et al., 2014). Neste trabalho o feijão-de-porco só prejudicou o crescimento em diâmetro de copa dos cafeeiros após 70 dias de semeadura. Moreira et al. (2014) também descreveram que a adubação verde com lablabe diminuiu linearmente o diâmetro de copa dos cafeeiros, desde a consorciação por 30 até os 120 dias, o que não ocorreu no presente trabalho. Paulo et al. (2006) também relataram que o diâmetro de copa dos cafeeiros não foi alterado pelo consórcio, por aproximadamente 90 dias (florescimento), com adubos verdes herbáceos.

A produtividade dos cafeeiros adubados com feijão-de-porco foi maior do que com o lablabe quando esses receberam adubação de 50% de fertilizante orgânico e permaneceram por 30 dias, em 2011, e por 120 dias em consórcio com esse adubo verde, em 2012 (Tabela 5). Apesar disso, as comparações entre as médias de produtividade do biênio de 2011/2012 confirmaram apenas a superioridade do sistema com feijão-de-porco no período de 30 dias (Tabela 5). Isso ocorreu porque a

produtividade de 2011, no período de 30 dias de consórcio entre cafeeiros e lablabe, foi muito baixa e influenciou negativamente a média do biênio. Os cafeeiros adubados com 100% de FO e com feijão-de-porco, após 30, 60 e 90 dias de consórcio, em 2011, apresentaram produtividade maior do que quando se efetuou o consórcio e adubação com lablabe nos mesmos períodos (Tabela 5). Contudo, as diferenças observadas para o ano de 2011, para as plantas adubadas com 100% de FO não se mantiveram no ano de 2012 e a produtividade média de café do biênio de 2011/2012 foi estatisticamente igual quanto a adubação verde com ambas espécies (Tabela 5).

Cabe ressaltar que os anos de 2010 e 2011 foram marcados pela baixa precipitação e má distribuição de chuvas na região (Figura 1), o que contribuiu para reduzir a produtividade de café dos sistemas de consórcio onde o adubo verde permaneceu por mais tempo, devido à competição por água.

Em 2013, a produtividade dos cafeeiros adubados com 50% de FO com feijão-de-porco, após 30 dias de consórcio, foi superior à obtida pelo consórcio com lablabe (Tabela 5). Essa diferença foi tão discrepante que, mesmo se tratando de um ano de baixa produtividade, o resultado influenciou negativamente a média do biênio (Tabela 5). Diferentemente do observado no biênio anterior, em 2013/2014 a permanência do feijão-de-porco por 60 dias também proporcionou maior produtividade aos cafeeiros do que com lablabe, quando os cafeeiros foram adubados com 50% de FO (Tabela 5). A produtividade de café do consórcio com lablabe e adubação com 50% de FO superou o consórcio com feijão-de-porco, apenas, no período de 120 dias, em 2013, mas essa diferença não foi suficiente para distinguir os dois tratamentos na análise dos dados de produtividade do biênio, que foi similar para ambos os adubos verdes (Tabela 5).

Os resultados para o feijão-de-porco nesta pesquisa, contrariam os relatados por Bergo et al. (2006). Conforme esses autores o cultivo desse adubo verde em consórcio com cafeeiros causou redução na produtividade dos mesmos. Talvez o que tenha ocorrido seja uma menor intensidade de competição entre as espécies, pois, nesta pesquisa utilizaram-se três linhas de adubo verde em cada entrelinha de cafeeiro, enquanto no trabalho realizado por Bergo et al. (2006), foram semeadas cinco linhas do adubo verde. Em ambos os trabalhos, a distância entre a linha de adubo verde e o caule dos cafeeiros foi de 1 m.

Tabela 5. Média de produtividade de café (sc ha⁻¹) em cafeeiros consorciados com feijão-de-porco (FP) e lablabe (LL) pelos períodos de 30, 60, 90 e 120 dias, após a semeadura dos adubos verdes e adubados com 50% e 100% de FO, nos anos de 2011 a 2014

Dose de Adubaçã o	Período de consorciação (dias)							
	30		60		90		120	
	FP	LL	FP	LL	FP	LL	FP	LL
2011								
50%	11,52Aa	0,80Ab	3,92Aa	3,38Aa	4,43Bb	8,10Aa	12,16Ab	15,73Aa
100%	7,07Ba	2,81Ab	7,10Aa	2,20Ab	9,47Aa	4,55Bb	14,62Aa	17,56Aa
C.V(%)	32,01							
2012								
50%	55,67Aa	48,46Aa	50,03Aa	45,25Aa	60,00Aa	51,87Aa	45,72Aa	35,64Ab
100%	57,62Aa	54,86Aa	46,50Aa	44,91Aa	43,56Ba	39,42Ba	28,33Ba	32,17Aa
C.V(%)	16,76							
Biênio 2011/2012								
50%	33,59Aa	24,63Ab	26,97Aa	24,31Aa	32,21Aa	29,99Aa	28,94Aa	25,68Aa
100%	32,35Aa	28,83Aa	26,80Aa	23,56Aa	26,51Aa	21,99Ba	21,47Ba	24,87Aa
C.V(%)	13,85							
2013								
50%	15,16Aa	3,50Ab	7,78Aa	2,27Aa	3,34Bb	9,73Aa	2,21Bb	13,01Aa
100%	7,88Ba	4,09Ab	8,70Aa	1,06Aa	15,20Aa	5,75Bb	21,77Aa	13,38Ab
C.V(%)	28,68							
2014								
50%	48,80Aa	47,94Ba	56,57Aa	54,08Aa	53,71Aa	52,12Aa	45,59Aa	43,17Aa
100%	52,05Aa	68,20Aa	48,99Aa	55,86Aa	52,85Aa	45,59Aa	49,56Aa	37,32Ab
C.V(%)	32,50							
Biênio 2013/2014								
50%	31,98Aa	25,72Ba	32,18Aa	28,18Aa	28,53Aa	30,92Aa	23,90Ba	28,09Aa
100%	29,97Aa	36,15Aa	28,85Aa	28,46Aa	34,03Aa	25,67Aa	35,67Aa	25,35Ab
C.V(%)	30,05							

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, em cada período de consórcio, não se diferem pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

A maior produtividade dos cafeeiros consorciados e adubados com feijão-de-porco, nos períodos de consórcio de até 60 dias, em relação à produtividade de café com lablabe, pode ser devido à maior capacidade de cobrir o solo (Teodoro et al., 2011; Cardoso et al., 2012) e de suprimir as plantas daninhas (Fávero et al., 2001; Maciel et al., 2010). Outro motivo ainda mais relevante é a redução da competição por água entre as culturas, devido à redução no acúmulo de matéria seca pelo feijão-de-porco que ocorreu a partir de 2013.

Avaliando-se as doses de adubo orgânico, verificou-se que as diferenças de produtividade ocorridas em 2012 influenciaram os resultados das médias do biênio 2011/2012 e possibilitaram que os cafeeiros adubados com 50% de FO e fossem superiores aos adubados com 100% de FO, quando esses receberam adubação verde de feijão-de-porco e consorciado por 120 dias e de lablabe e consorciado por 90 dias (Tabela 5). Isso, provavelmente, aconteceu porque os cafeeiros que receberam 100% de

FO apresentavam maior capacidade produtiva em 2010, ano considerado de alta produtividade para os cafeeiros, mas, que também foi um ano com volume de chuvas abaixo da média de 1200 mm e menor do que a registrada na maioria dos anos posteriores (Figura 1). Isso contribuiu para aumentar o estresse hídrico das plantas que permaneceram consorciadas pelos períodos de 90 e 120 dias e comprometeu a produtividade das mesmas. Contudo, para os anos de 2013 e 2014 somente os cafeeiros que foram consorciados por 30 dias e adubados com lablabe ou consorciados por 120 dias e adubados com feijão-de-porco e com 100% de FO superaram a produtividade dos cafeeiros adubados com 50% FO, e confirmaram a hipótese de que a planta que recebe mais nutrientes é mais produtiva (Tabela 5).

A aplicação de doses de nitrogênio entre 40% e 100% do recomendado para cafeeiros no estado de Minas Gerais, também não promoveu efeito sobre a produtividade de café em sistema sombreado (Jaramillo-Botero et al., 2010). Uma das hipóteses sugeridas pelos autores é a de acúmulo de nutrientes no solo, pois as plantas sombreadas produziram menos do que a pleno sol e por isso também extraíram menos nutrientes do solo. O acúmulo de nutrientes no solo também pode ter ocorrido nos cultivos de cafeeiros adubados com 50% de FO pela menor exportação de nutrientes por causa da menor produção de café nos primeiros anos de cultivo. Outra hipótese é de que o estresse causado pela competição por água com os adubos verdes, tenha influenciado mais os cafeeiros adubados com 100% de FO do que as plantas adubadas com 50% de FO, pois, aqueles cafeeiros apresentavam maior quantidade de reservas e conseqüentemente maior potencial produtivo, o que levou a maior carga de frutos e também à um maior depauperamento dos cafeeiros no final do período produtivo, principalmente, nos anos em que se verificou menor volume de chuvas.

A análise de regressão, da produtividade de café para o ano de 2011 e 2012, para cada sistema de consórcio em função dos períodos de consorciação, demonstrou que a produtividade dos cafeeiros adubados com 50% de FO e consorciados com ambos os adubos verdes não foi influenciado pelos períodos de consorciação. Por outro lado, a produtividade dos cafeeiros adubados com 100% de FO e consorciados com feijão-de-porco ou lababe diminuiu linearmente com o aumento do período de consorciação (Figura 4). Os dados obtidos para o biênio de 2011/2012 são reflexo dos resultados de 2012, caracterizado como de alta produtividade para os cafeeiros desta pesquisa (Figura 5).

No biênio 2013/2014 a consorciação com ambas as leguminosas e 50% de FO, resultou em aumento da produtividade de café após um período de consorciação de, 54 e 84 dias, para feijão de porco e lablabe, respectivamente. O consórcio com feijão-de-porco também elevou a produtividade dos cafeeiros adubados com 100% de FO à medida que se aumentou o período de consorciação com o adubo verde (Figura 5). Porém, a produtividade de café do sistema de consórcio feito entre cafeeiros adubados com 100% de FO e lablabe apresentou resultado inverso e a produtividade foi reduzida à medida que se aumentou o período de consorciação (Figura 5).

As variações na produtividade em função do período de crescimento do adubo verde podem ter relação com a menor precipitação ocorrida em 2010, o que comprometeu a produção de café de alguns tratamentos nos anos de 2011 e 2012. Outro aspecto é que houve também a redução no acúmulo de matéria seca por parte dos adubos verdes, a partir de 2012. Conseqüentemente, a demanda de água e nutrientes por parte dessas plantas também foi reduzida. A intensidade da relação de competição por água existente entre adubos verdes e cafeeiros também diminuiu, o que, provavelmente, permitiu que os cafeeiros deslocassem mais fotoassimilados para a produção de frutos.

Assim como verificado neste trabalho, o aumento do período consorciação, nos primeiros anos de cultivo consorciado, gerou uma redução na produtividade de café tanto de cafeeiros consorciados com feijão-de-porco quanto para os consorciados com lablabe (Moreira et al., 2014). O acúmulo de matéria seca dos adubos verdes se correlaciona positivamente com o aumento do período de consorciação e negativamente com a produtividade dos cafeeiros, nos anos iniciais (Paulo et al., 2001; 2006). Porém, no presente trabalho, apenas nos dois anos iniciais houve redução na produtividade de café em função do período de consorciação em todos os tratamentos, o que não ocorreu nos anos posteriores, onde a adubação com 50% de FO e com lablabe elevou a produtividade dos cafeeiros.

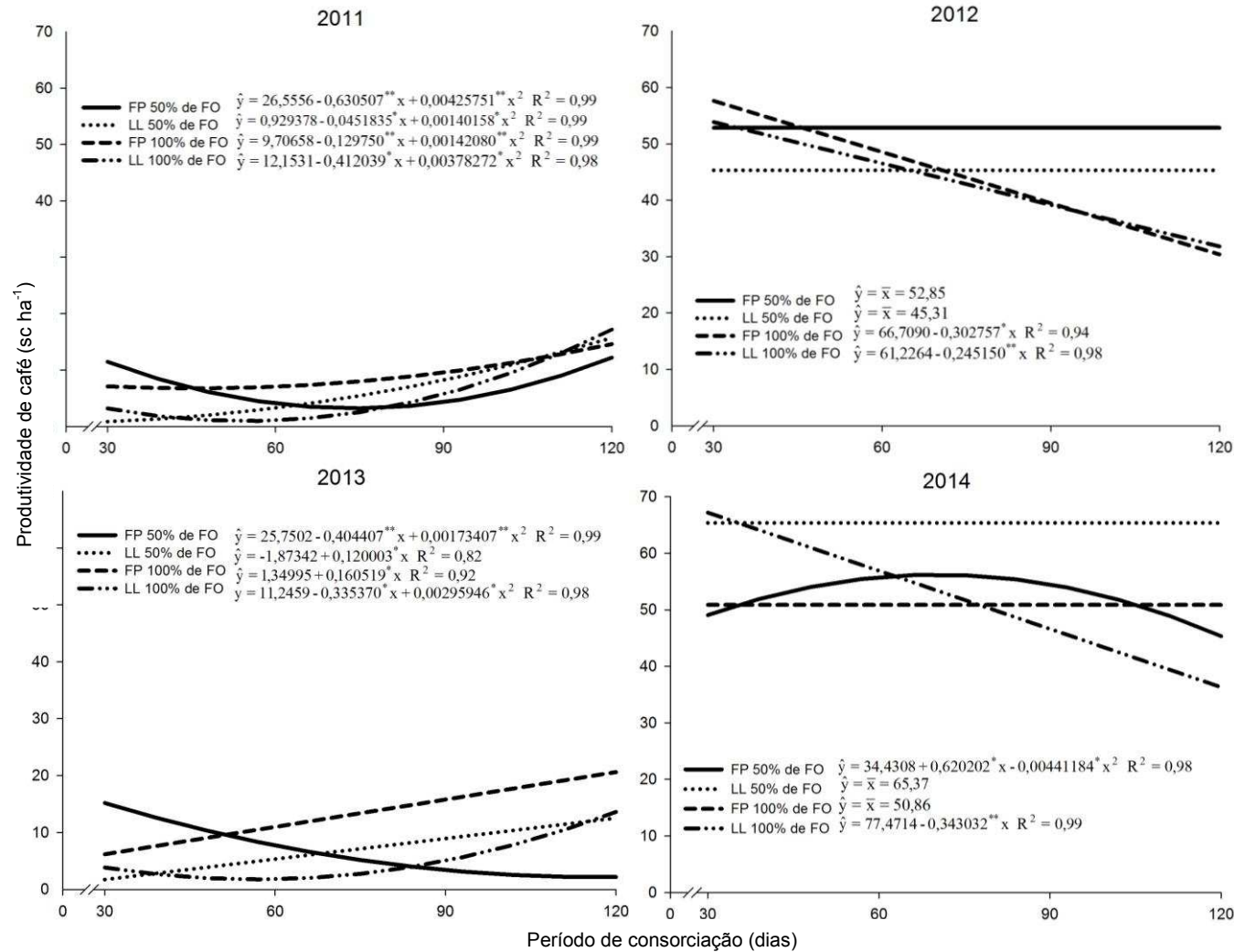


Figura 4. Produtividade de café de cafeeiros adubados com 50% e 100% da dose de FO consorciados com feijão-de-porco (FP) e com lablabe (LL), nos anos de 2011 a 2014. ** e * Significativo à 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de “t”.

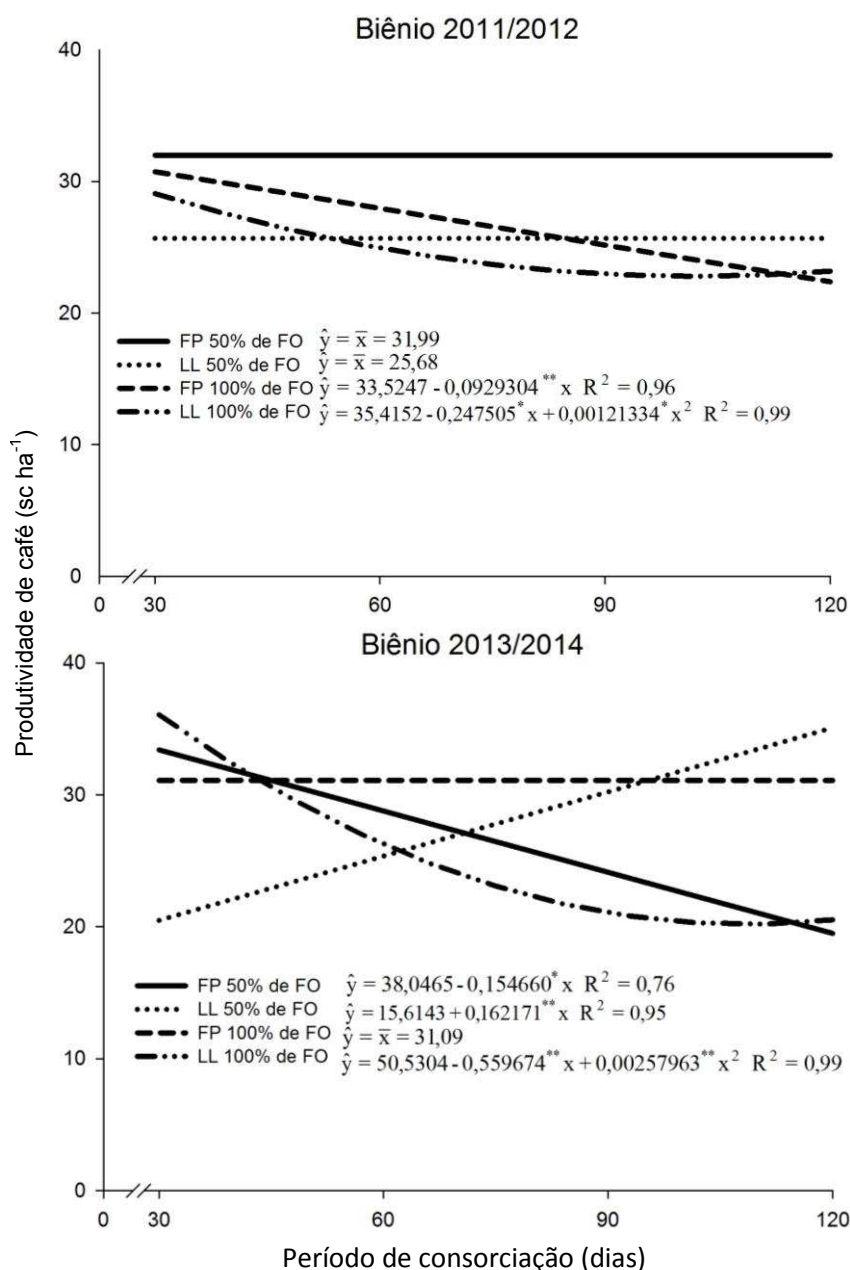


Figura 5. Produtividade de café em cafeeiros adubados com 50% e 100% de FO consorciados com feijão-de-porco (FP) e com lablabe (LL), nos biênio de 2011/2012 e 2013/2014. ** Significativo à 1% de probabilidade pelo teste de “t”. * Significativo à 5% de probabilidade pelo teste de “t”.

CONCLUSÕES

O crescimento em altura dos cafeeiros não é alterado pela espécie de adubo verde utilizada no consórcio.

A adubação verde feita com feijão-de-porco estimula o aumento do incremento em diâmetro de copa dos cafeeiros, quando o consórcio entre esse adubo verde permanece por até 90 dias. A adubação verde realizada com lablabe não alteram o incremento em diâmetro de copa dos cafeeiros.

Os cafeeiros consorciados com feijão-de-porco, por 30 dias são mais produtivos do que quando consorciados e adubados com lablabe pelo mesmo período.

Nos três primeiros anos de consórcio entre cafeeiros e adubos verdes a produtividade de café diminui com aumento dos períodos de consorciação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMBROSANO, E.J.; TRIVELIN, P.C.O.; CANTARELLA, H.; AMBROSANO, G.M.B.; SCHAMMASS, E.A., MURAOKA, T. 15N-labeled nitrogen from green manure and ammonium sulfate utilization by the sugarcane ratoon. **Scientia Agricola**, v.68, n.3, p.361-368, 2011.
- ARAÚJO, J.B.S.; CARVALHO, G.J.; GUIMARÃES, R.J. MORAIS, A.R.; CUNHA, R.L. Composto orgânico e biofertilizante supermagro na formação de cafeeiros. **Coffee Science**, v.3, n.2, p.115-123, 2008.
- ARAÚJO, J.B.S.; RODRIGUES, L.B.; RODRIGUES, M.C.; MARTINEZ, H.E.P.; SANTOS, R.H.S. Adubação nitrogenada em cafeeiros com biomassa de feijão-de-porco. **Coffee Science**, v.9, n.3, p.336-346, 2014.
- ARAÚJO, J.B.S.; RODRIGUES, M.C.; RODRIGUES, L.B.; SANTOS, R.H.S.; MARTINEZ, H.E.P. Nitrogen fertilization of coffee: organic compost and *Crotalaria juncea* L. **Revista Ceres**, v.60, n.6, p.842-851, 2013.
- BALOTA, E.L.; CHAVES, J.C.D. Enzymatic activity and mineralization of carbon and nitrogen in soil cultivated with coffee and green manure. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, n.5, p.1573-1583, 2010.
- BERGO, C.L.; PACHECO, E.P.; MENDONÇA, H.A.; MARINHO, J.T.S. Avaliação de espécies leguminosas na formação de cafezais no segmento da agricultura familiar no Acre, **Acta Amazonica**, v.36, n.1, p.19-24, 2006.
- BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C.M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, v. 30, n.2, p.365-372, 2000.
- BUCAGU, C.; VANLAUWE, B.; GILLER, K.E. Managing Tephrosia mulch and fertilizer to enhance coffee productivity on smallholder farms in the Eastern African Highlands. **European Journal of Agronomy**, v.48, n.2, p.19-29, 2013.
- CARDOSO, D.P.; MARX L. N. SILVA, M.; CARVALHO, G.J.; FREITAS, D.A.F.; AVANZI, J.C. Plantas de cobertura no controle das perdas de solo, água e nutrientes por erosão hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.6, p.632-638, 2012.

- CARVALHO, A.J.; ANDRADE, M.J.B.; GUIMARÃES, R.J.; MORAIS, A.R. Sistemas de produtividade de cafeeiro adensado em período de formação ou após recepa. **Ceres**, v.57, n.3, p. 383-392, 2010.
- CARVALHO, A.M.; AMABILE, R.F (ed.). **Cerrado: Adubação verde**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006, 369p.
- CHOI, B.; OHE, M.; HARADA, J.; DIMON, H. Role of belowground parts of green manures legumes, *Crotalaria spectabilis* and *Sesbania rostrata*, in N uptake by the succeeding tendergreen mustard plant. **Plant Production Science**, v.11, n.1, p.116-123, 2008.
- FÁVERO, C.; JUCKSCH, I.; ALVARENGA, R.C.; COSTA, L.M. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.11, p.1355-1362, 2001.
- FENILLI, T.A.B.; REICHARDT, K.; FAVARIN, J.L.; BACCHI, O.O.S.; SILVA, A.L.; TIMM, L.C. Fertilizer 15N balance in a coffee cropping system: a case study in Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1459-1569, 2008.
- JARAMILLO-BOTERO, C.; SANTOS, R.H.S.; MARTINEZ, H.E.P.; CECON, P.R.; FARDIN, M.P. Production and vegetative growth of coffee trees under fertilization and shade levels. **Scientia Agricola**, v.67, n.6, p.639-645, 2010.
- LANGE, A.; BOLOGNA, I.R.; FARONI, C.E.; TRIVELIN, P.C.O. Aproveitamento pelo trigo do nitrogênio residual da crotalária (*Crotalaria juncea*) e da uréia aplicado ao solo em cultivo precedente. **Ciência Rural**, v.39, n.6, p.1715-1720, 2009.
- LAVIOLA, B.G.; MARTINEZ, H.E.P.; SOUZA, R.B.; SALOMÃO, L.C.C.; CRUZ, C.D. Macronutrient accumulation in coffee fruits at Brazilian zona da mata conditions. **Journal of Plant Nutrition**, v.32, n.6, p.980-995, 2009.
- LIMA FILHO, O.F.; AMBROSANO, E.J.; ROSSI, F.; CARLOS, J.AP.D (ed.). **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil**, v.1, Brazilian, DF: Embrapa, 2014, 507 p.
- MACIEL, C.D.G.; POLETINE, J.P.; NETO, A.M.O.; GUERRA, N.; JUSTINIANO, W. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em cafezal orgânico. **Bragantia**, v.69, n.3, p.631-636, 2010.
- MALAVOLTA, E.; FAVARIN, J.L.; MALAVOLTA, M.; CABRAL, C.P.; HEINRICH, R.; SILVEIRA, J.S.M. Repartição de nutrientes nos ramos, folhas e flores do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.7, p.1017-1022, 2002.

- MOREIRA, G.M.I; BARRELLA, T.P.; NETO, F.L.M.; MARTINEZ, H.E.P. SANTOS, R.H.S. Consorciação em cafeeiros orgânicos por diferentes períodos com feijão-deporco ou lablabe. **Coffee Science**, v.9, n.4, p.456-464, 2014.
- NASSER, M.D.; TARSITANO, M.A.A.; KOGA, P.S.L. Análise econômica da produtividade de café arábica em São Sebastião do Paraíso, Estado de Minas Gerais, **Informações Econômicas**, v.42, n.2, 2012.
- OVALLE, C.; POZO, A.; PEOPLES, M.B.; LAVÍN, A. Estimating the contribution of nitrogen from legume cover crops to the nitrogen nutrition of grapevines using a ¹⁵N dilution technique. **Plant & Soil**, v.334, p.247–259, 2010.
- PARTELLI, F.L.; VIEIRA, H.D.; FERREIRA, E.P.B.; VIANA, A.P.; ESPINDOLA, J.A.A.; URGUAGA, S.; BODDEY, R.M. Biologic fixation and nutriente cycling in cover crops and their effect on organic Conilon coffee. **Semina**, v.32, n.3, p.995-1006, 2011.
- PAULO, E.M.; BERTON, R.S.; CAVICHIOLI, J.C.; BULISANI, E.A.; KASAI, F.S. Produtividade do cafeeiro mundo novo enxertado e submetido à adubação verde antes e após recepa da lavoura, **Bragantia**, v.65, n.1, p.115-120, 2006.
- PAULO, E.M.; BERTON, R.S.; CAVICHIOLI, J.C.; BULISANI, E.A.; KASAI, F.S. Produtividade do café apoatã em consórcio com leguminosas na região da alta paulista, **Bragantia**, v.60, n.3, p.195-199, 2001.
- RIBEIRO, A.C., GUIMARÃES, P.T.G., ALVAREZ, V.H. (eds). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359 p.
- RICCI, M.S.F.; ALVES, B.J.R.; MIRANDA, S.C.; OLIVEIRA, F.F. Growth rate and nutritional status of na organic coffee cropping system, **Scientia Agricola**, v.62, n.2, p.138-144, 2005.
- SCIVITTARO, W.B.; TAKASHI, M.A; ANTONIO, E.B.; PAULO, C.O.T. Transformações do nitrogênio proveniente de mucuna-preta e uréia utilizados como adubo na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.12, p.1427-1433, 2003.
- SILVA, E.A.; DAMATTA, F.M.; DUCATTI, C.; REGAZZI, A.J.; BARROS, R.S. Seasonal changes in vegetative growth and photosynthesis of Arabica coffee trees. **Field Crops Research**. v.89, n.2-3, p.349-357, 2004.
- TEODORO, R.B.; OLIVEIRA, F.L.; DA SILVA, D.M.N.; FÁVERO, C.; QUARESMA, M.A.L. Aspectos agronômicos de leguminosas para adubação verde

- no cerrado do Alto Vale do Jequitinhonha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, n.2, p.635-643, 2011.
- TRANNIN, W.S.; URQUIAGA, S.; GUERRA, G.; IBIJBIJEN, J.; CADISCH, G. Interspecies competition and N transfer in a tropical grass-legume mixture. **Biology & Fertility of Soils**, v.6, n.6, p.441-448, 2000.
- VINELLO, R.L.; ALVES, A.R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1991. 448p.
- ZHOU, X.; LIU, X.; RUI, Y.; CHEN, C.; WU, H.; XU, Z. Symbiotic nitrogen fixation and soil N availability under legume crops in an arid environment. **Journal of Soils and Sediments**, v.11, p.762-770, 2011.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O consórcio entre adubos verdes e cafeeiros é realizado para que se possa inserir mais uma fonte de nutrientes no agroecossistema. Dessa forma seria possível aumentar a produtividade das culturas de interesse sem que, contudo, haja maior necessidade de investimento em fertilizantes. Porém, verificou-se, com este trabalho, que os benefícios dos adubos verdes não podem ser generalizados para todas as espécies.

Existem vários fatores que interagem simultaneamente e determinam o potencial produtivo dos cultivos a curto, médio e longo prazo. Durante os sete anos de cultivo consorciado verificou-se que o lablabe foi menos influenciado pelo crescimento dos cafeeiros e, por isso apresentou menores oscilações no acúmulo de matéria seca e N ao longo do tempo. Fosse analisados apenas esses dados, sem levar em consideração os dados de crescimento e produção do cafeeiro, pode-ser-ia concluir que o lablabe é melhor para o cultivo em consórcio com cafeeiros, por ser menos agressivo do que o feijão-de-porco em ambiente de competição. Contudo, verificou-se que o consórcio com lablabe por períodos superiores a 60 dias reduziu a produtividade dos cafeeiros.

Da mesma forma que fosse analisado apenas o crescimento do feijão-de-porco ao longo dos sete anos, sugerem que essa planta não deve ser consorciada com cafeeiros. Isso porque o acúmulo de matéria seca desse adubo verde foi alto nos três primeiros anos, mas reduziu-se ao longo dos anos. Porém, a produtividade dos cafeeiros consorciados com feijão-de-porco e adubados com 50% de fertilizante orgânico se igualou a produtividade daqueles adubados com 100% de fertilizante orgânico, em cultivo solteiro. Isso só foi observado a partir do quarto ano de consorciação, o que demonstra a importância de se avaliar os sistemas de consórcio por vários anos.

A redução no acúmulo de matéria seca dos adubos verdes diminui a capacidade competitiva dessas plantas e racionaliza a quantidade de recursos naturais extraídas pelas mesmas. Assim, as alterações ocorridas no desenvolvimento dos adubos verdes é um ajuste das espécies ao ambiente.

Na competição por água e nutrientes com cafeeiros, o feijão-de-porco aparentemente possui maior agressividade do que o lablabe, porque além de apresentar um rápido crescimento inicial também possui sistema radicular maior e mais vigoroso. Os cafeeiros consorciados com feijão-de-porco, provavelmente, se desenvolveram em ambiente mais estressante, mas essa perturbação foi reduzida nos anos subsequentes. Na competição por luz, o feijão-de-porco apresenta capacidade limitada, por se tratar de

uma planta herbácea, de crescimento determinado. O lablabe possui hábito de crescimento trepador e indeterminado. Isso, provavelmente, fez com que o estresse dos cafeeiros consorciados com lablabe por períodos superiores a 60 dias se mantivesse mais constante ao longo dos anos de cultivo.

Apesar de crescer em um ambiente com maior limitação de recursos naturais, os cafeeiros consorciados com feijão-de-porco não apresentaram crescimento em altura e diâmetro de copa menor do que os apresentados pelo consórcio com lablabe ou pelas testemunhas. Pelo contrário, verificou-se que o cultivo do feijão-de-porco por até 90 dias estimula o incremento em diâmetro de copa dos cafeeiros. Provavelmente pela maior disponibilidade de nutrientes. Ao final de sete anos, o total de nitrogênio disponibilizado pelo feijão-de-porco, após 60 e 90 dias de consórcio foi de, aproximadamente, 425,23 e 925,13 kg ha⁻¹, respectivamente. Significa que, em média, em torno de 60,7 e 132,16 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, foram depositados próximo ao caule dos cafeeiros.

São necessárias mais pesquisas para determinar qual característica do adubo verde, como proteção do solo, aporte de N ou controle de plantas daninhas mais influencia a produção de café. A princípio, parece que o efeito residual do N-atmosférico inserido no agroecossistema possui maior peso. Para obter mais informações sobre esse assunto são necessárias pesquisas que abordem tanto as mudanças ocorridas na parte física (crescimento do sistema radicular, número de estômatos e diâmetro do ramo ortótropico) e fisiológica (síntese de proteínas, atividade de enzimas do metabolismo secundário e absorção de carbono e água e absorção de nitrogênio proveniente do adubo verde) dos cafeeiros quanto física e biológicas do solo.

Outra lacuna se refere ao tipo de fertilizante utilizado para a adubação dos cafeeiros. Não ficou claro se a adubação orgânica com fertilizante orgânico potencializou os resultados obtidos neste trabalho, já que esse tipo de adubação também promove uma série de melhorias na qualidade física, química e biológica do solo.

Cabe ressaltar, ainda, que é de suma importância realizar um balanço econômico e energético do sistema nesse tipo de prática, para que se determine, com maior clareza, quais serão os benefícios de sua adoção ao agricultor e ao agroecossistema.