

FILIFE FERNANDES DE SOUSA

**CULTIVO DE FEIJOEIRO SOLTEIRO E CONSORCIADO COM CAFEIROS  
EM SUCESSÃO A LEGUMINOSAS**

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

VIÇOSA  
MINAS GERIAS - BRASIL  
2014

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

T

S725c  
2014

Sousa, Filipe Fernandes de, 1990-  
Cultivo de feijoeiro solteiro e consorciado com cafeeiros em  
sucessão a leguminosas / Filipe Fernandes de Sousa. – Viçosa,  
MG, 2014.  
ix, 54f. : il. ; 29 cm.

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

1. Feijão. 2. Adubação verde. 3. Solos - Efeito do  
nitrogênio. 4. Plantas - Efeito do nitrogênio . I. Universidade  
Federal de Viçosa. Departamento de Fitotecnia. Programa de  
Pós-graduação em Agroecologia. II. Título.

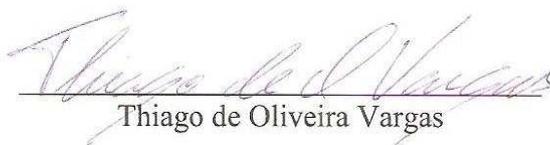
CDD 22. ed. 583.74

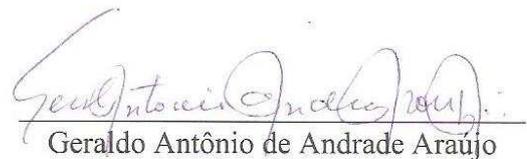
FILIPE FERNANDES DE SOUSA

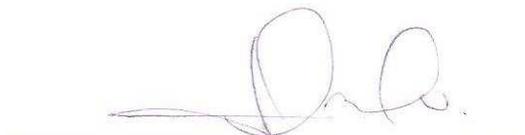
**CULTIVO DE FEIJOEIRO SOLTEIRO E CONSORCIADO COM CAFEEIROS  
EM SUCESSÃO A LEGUMINOSAS**

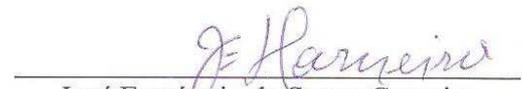
Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

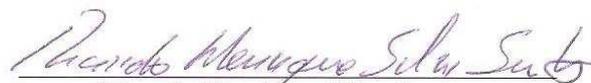
APROVADA: 28 DE JULHO DE 2014

  
Thiago de Oliveira Vargas

  
Geraldo Antônio de Andrade Araújo

  
Paulo César de Lima

  
José Eustáquio de Souza Carneiro  
(Coorientador)

  
Ricardo Henrique Silva Santos  
(Orientador)

Aos meus pais, Valter Sousa e Francileide Sousa,  
meus pilares de sustentação e maiores  
incentivadores, que mesmo à distância sempre me  
apoiaram incondicionalmente...

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela vida, saúde, fé e força para suportar as adversidades e por me contemplar com mais essa vitória.

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realização deste curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao meu orientador Ricardo Henrique Silva Santos, pela enorme paciência, ensinamentos e todo suporte necessário para a realização desta pesquisa.

Aos meus coorientadores professor José Eustáquio de Souza Carneiro e professora Hermínia Emília Prieto Martínez, pelo apoio, críticas e sugestões para melhoria desta pesquisa.

Aos membros da banca, professores Thiago Vargas, Geraldo Andrade e Paulo Lima, por dispor do seu tempo para contribuir com essa pesquisa.

Ao agricultor Zé Martins, por ter nos recebido de braços abertos, ter disponibilizado sua propriedade e parte do seu tempo para nos auxiliar nessa pesquisa.

Aos funcionários da Horta Velha, pelo apoio na estação experimental, e sem os quais as tarefas de campo ficariam muito mais complicadas.

Aos amigos do laboratório de Agroecologia, Fábio, Izabel, Mariana, Chiquinho, Amanda, “seu Nonô”, João e Wander, pela força, e apoio em todos os momentos em que precisei.

Aos amigos do programa da Agroecologia, pelos momentos de descontração e boas risadas e sem os quais o caminho percorrido seria mais árduo, em especial a Bianca, ao Sandro, Thiago, Paulo, Aldo, Stênio e Aristides.

À minha família, em especial aos meus Pais, Valter e Francileide, e meus irmãos, Matheus e Wagner, por sempre acreditar no meu potencial e me apoiar em qualquer situação.

## **BIOGRAFIA**

Filipe Fernandes de Sousa, filho de Valter Gomes de Sousa e Francileide Fernandes de Sousa, nasceu em Campina Grande, Paraíba, no dia 08 de dezembro de 1990.

No ano de 2008 iniciou sua jornada acadêmica, na Universidade Estadual da Paraíba, obtendo o grau de agroecólogo no ano de 2012.

No mesmo mês e ano iniciou o curso de Mestrado em Agroecologia, na Universidade Federal de Viçosa, tendo a dissertação aprovada em 28 de julho de 2014.

## RESUMO

SOUSA, Filipe Fernandes de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2014. **Cultivo de feijoeiro solteiro e consorciado com cafeeiros em sucessão a leguminosas.** Orientador: Ricardo Henrique Silva Santos. Coorientadores: José Eustáquio de Souza Carneiro e Herminia Emília Prieto Martínez.

O pré-cultivo de leguminosas ao feijoeiro é estratégia importante para suprir parte da demanda do N desta cultura, bastante exigente neste nutriente. Com essa prática é possível incorporar o N atmosférico ao agroecossistema, disponibilizá-lo ao feijoeiro, podendo em diversos casos substituir parcialmente ou totalmente a adubação nitrogenada. Entretanto, essa prática carece de estudos que possam contribuir para maximizar a absorção pelo feijoeiro do N disponibilizado pelos pré-cultivos para que haja influência sobre o seu desempenho produtivo. Neste sentido, foram realizados dois experimentos para avaliar espécies de leguminosas em pré-cultivo e sua influência sobre o feijoeiro em cultivo consorciado e solteiro. No primeiro, nas condições de agricultor familiar, os pré-cultivos avaliados foram as leguminosas feijão-de-porco, e lablabe, além de uma testemunha representada pela vegetação espontânea. Foi adotado o delineamento de blocos casualizados com oito repetições, onde cada entrelinha de cafeeiros representou um bloco. As variáveis analisadas foram a produtividade de matéria fresca e seca, teor e acúmulo de N, e a contribuição da FBN nos pré-cultivos, e a produtividade do feijão cultivado em sucessão. Neste estudo, o feijão-de-porco foi a leguminosa que apresentou a maior produção de matéria fresca e seca (19,04 e 4,25 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente), acumulou mais N (113,99 kg ha<sup>-1</sup>) e aportou a maior quantidade de N-FBN ao sistema (49,18 kg ha<sup>-1</sup>). O pré-cultivo com leguminosas não elevou a produtividade do feijoeiro cultivado em sucessão, a qual apresentou média de 877 kg ha<sup>-1</sup>. No segundo estudo, em cultivo solteiro, foram avaliadas as mesmas espécies de leguminosas, feijão-de-porco e lablabe em pré-cultivo, além da testemunha representada pela vegetação espontânea, e a influência sobre o feijoeiro em duas épocas de cultivo. Para avaliar os pré-cultivos foi adotado o delineamento de blocos casualizados com dez repetições. Para avaliação do feijoeiro cultivado em sucessão, foi utilizada metade da área na época da “seca” e outra metade para a época “das águas”. Nesta segunda etapa o delineamento também foi em blocos casualizados, mas adotado o esquema de parcela subdividida com cinco repetições, onde nas parcelas principais foram alocadas as épocas de cultivo e nas sub-parcelas os pré-cultivos. As variáveis analisadas foram a produtividade de matéria fresca

e seca, teor e acúmulo de N, e a contribuição da FBN nos pré-cultivos, e no feijoeiro foi analisado o teor de N nas folhas, os componentes de produção e a produtividade. Neste estudo, o Feijão-de-porco também foi a leguminosa que apresentou a maior produção de massa e aportou a maior quantidade de N-FBN ao agroecossistema. Nas duas épocas avaliadas as leguminosas favoreceram a nutrição do feijoeiro e influenciaram positivamente a produção de vagens desta cultura. E o pré-cultivo com leguminosas elevou a produtividade do feijoeiro cultivado em sucessão.

## ABSTRACT

SOUSA, Filipe Fernandes de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2014. **Cultivation single bean intercropped with coffee and succeeding pulses.** Advisor: Ricardo Henrique Silva Santos. Co-Advisors: José Eustaquio de Souza Carneiro and Herminia Martínez Emilia Prieto.

The pre-cropping of the leguminous to common bean is an important strategy to provide part of the demand of N in this culture, very exigent in this nutrient. This practice can incorporate atmospheric N to agroecosystems, make it available to the common bean, can in many cases replace partially or completely the nitrogen fertilization. However, this practice needs studies that can contribute to maximize the absorption by common bean of N provided by pre-cropping to influence on their productive performance. In this sense, two experiments were conducted to evaluate leguminous species in pre-cropping and its influence on the bean in intercropping and single crop. At first, in the family farmer conditions, the pre-croppings evaluated were jack bean and lablab leguminous, besides a witness represented by the spontaneous vegetation. It was adopted the randomized blocks design with eight repetitions, where each interlineation between the coffee trees represented a block. The variables analyzed were the productivity of fresh and dry matter, content and accumulation of N, and the contribution of BNF in pre-cropping and productivity of cultivated beans in succession. In this study, the jack bean was the legume with the highest production of fresh and dry matter (19.04 and 4.25 t ha<sup>-1</sup>, respectively), accumulated more N (113.99 kg ha<sup>-1</sup>) and came to the highest amount of the N- BNF system (49.18 kg ha<sup>-1</sup>). The pre-cropping with leguminous did not raise the common bean productivity manured in sucession, wich averaged 877 kg ha<sup>-1</sup>. In the second study, in single crop culture, the same species of leguminous were evaluated, jack bean and lablab in pre-cropping, besides the witness represented by the spontaneous vegetation, and the influence on the common bean in two cropping seasons. To evaluate the pre-cultivation was adopted a randomized block design with ten repetitions. For evaluation of common bean grown in succession, it was used half of the area at the "dry" season and the other half to the time "of water." In this second stage the design was also in randomized blocks, but adopted the split plot arrangement with five replications, where the main plots were allocated planting seasons and the subplots pre-cropping. The variables analyzed were the productivity of fresh and dry matter, content and accumulation of N, and the contribution of BNF in pre-cropping, and the common bean was analyzed the N content

in the leaves, the production of components and productivity. In this study, the jack bean was also the leguminous with the highest mass production and contributed the largest amount of N-BNF to agroecosystem. In the two evaluated seasons the leguminous favored common bean nutrition and positively influenced the production of pods of this culture. And the pre-cropping with leguminous increased the productivity of cultivated common bean in succession.

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	V
ABSTRACT.....	VII
1.INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 SUCESSÃO DE CULTURAS.....	3
2.2 CULTIVO CONSORCIADO.....	4
2.3 FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO EM FEJJOEIRO.....	5
2.4 SISTEMA DE SUCESSÃO COM FEJJOEIRO.....	6
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	16
<b>CAPÍTULO 1. SUCESSÃO DE ADUBOS VERDES E FEJJOEIRO EM CONSÓRCIO COM CAFEEIROS</b>	
1.INTRODUÇÃO.....	22
2.MATERIAL E MÉTODOS.....	23
2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	23
2.2 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	24
2.3 PLANTIO E TRATOS CULTURAIS.....	24
2.4 COLETA DE MATERIAL E AVALIAÇÕES.....	25
2.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	26
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
4. CONCLUSÕES.....	31
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
<b>CAPÍTULO 2. INFLUÊNCIA DE ESPÉCIES DE LEGUMINOSAS SOBRE O FEJJOEIRO COMUM EM DUAS ÉPOCAS DE SEMEADURA</b>	
1.INTRODUÇÃO.....	36
2.MATERIAL E MÉTODOS.....	37
2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	37
2.2 SEQUÊNCIA, TRATOS CULTURAIS E DELINEAMENTOS.....	38
2.2.1 LEGUMINOSAS PARA ADUBAÇÃO VERDE.....	38
2.2.2 FEJJOEIRO.....	39
2.3 CARACTERES AVALIADOS E ANÁLISE DOS DADOS.....	40
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4. CONCLUSÕES.....	48
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O feijoeiro é uma cultura de extrema importância socioeconômica, sendo a produção mundial de aproximadamente 20 milhões de toneladas produzidas numa área de 26 milhões de hectares, com uma produtividade média de 782 kg ha<sup>-1</sup> (FAO, 2010). O Brasil está entre os cinco maiores produtores mundiais dessa leguminosa, atingindo uma produção de 3,4 milhões de toneladas na safra 2013/2014 alcançando uma produtividade média de 1033 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2014).

Segundo dados do IBGE (2014), o estado de Minas Gerais é o segundo maior produtor nacional, com 17,4% da produção nacional. A produção está presente em quase todo o estado, sendo as regiões norte, sul e noroeste as que mais se destacam, com amplas áreas plantadas que são em grande parte irrigadas por pivô central (FERNANDES, 2012).

Na Zona da Mata predomina o cultivo em pequenas áreas, geralmente estabelecimentos de agricultura familiar. O município de Ervália no ano de 2011 foi um dos maiores produtores dessa região, com uma área plantada de 2.190 ha, obtendo uma produção de 1.618 t com uma produtividade de 739 kg ha<sup>-1</sup>, média menor que a nacional. O município de Araponga com o total de área plantada de 200 ha alcançou uma produção de 126 t, alcançando uma produtividade de 630 kg ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2010).

Em geral os estabelecimentos que praticam a agricultura familiar no país contribuem consideravelmente na produção desse grão, mas o nível de produtividade ainda é baixo. Várias podem ser as causas que possam justificar essas baixas produtividades, como alto custo dos insumos, ausência de controle de pragas e doenças, sistemas de produção inadequados, e além do que a produção desta cultura está bastante ligada à subsistência, portanto nem sempre aumentar a produtividade é mais importante do que produzir para o sustento da família (DIDONET et al., 2009).

Outro fator importante é que essa cultura tradicionalmente é cultivada consorciada. Dependendo da época de plantio, é tratada como um cultura de risco, pelos pequenos agricultores, devido as condições ambientais na época de colheita e baixos preços praticados no mercado, influenciando o seu cultivo em consórcio. Na Zona da Mata o feijoeiro é produzido principalmente em consórcio com milho, seguido pelo

consórcio com cafeeiro, ocorrendo naturalmente competição por nutrientes, água e luz, além de reduzir a população de plantas resultando em menor produtividade.

Contudo, há a necessidade de elevar a produtividade dentro de bases mais sustentáveis. Segundo Golla (2006), para se produzir mais alimentos a melhor alternativa é aumentar a produtividade e sustentabilidade de áreas atualmente exploradas, ao invés de explorar novas áreas, tornando cada vez mais importante o uso adequado dos recursos naturais.

Neste sentido, as práticas utilizadas na agricultura conservacionista, vão ao encontro dessa necessidade. Essas práticas tem como princípios, a interação de todos os recursos disponíveis na unidade de produção, com base na reciclagem de nutrientes e maximização do uso de insumos orgânicos gerados in loco, minimizando a dependência externa das matérias primas, otimizando o balanço energético da produção podendo produzir alimentos com menores custos e de boa qualidade (ROEL, 2002).

A sucessão de culturas com leguminosas é uma das principais práticas utilizadas nesses modelos de agricultura, sendo responsável por diversos benefícios para o agroecossistema, com baixo custo empregado, o que torna uma opção para os agricultores familiares. Com essa prática pode ser possível aliar os benefícios exercidos sobre o solo, assim como aumentar a produtividade do feijoeiro.

Diversos trabalhos mostram que quando se utiliza espécies de leguminosas em pré-cultivo ao feijoeiro, é possível aumentar a produtividade dessa cultura (OLIVEIRA et al., 2002; MOITINHO et al., 2011), devido ao aporte de nitrogênio pelas leguminosas, que pode ser absorvido pelo feijoeiro, suprimindo parte de sua demanda. A adoção dessa prática por agricultores familiares pode resultar em bons rendimentos de grãos com baixo custo empregado.

O objetivo geral desse trabalho foi estudar um sistema de sucessão de culturas com o pré-cultivo de leguminosas ao feijoeiro em cultivo solteiro e consorciado com cafeeiros, com base em um sistema utilizado por agricultores da Zona da Mata Mineira.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 SUCESSÃO DE CULTURAS**

Sucessão de culturas consiste em alternar espécies vegetais, ao longo dos anos de cultivo, em uma mesma área agrícola. A utilização dessa prática é uma estratégia de manejo importante para uso dos solos (MIRANDA et al., 2005; WOHLBERG et al., 2004; VERNETTI JUNIOR et al., 2009), assim como para o manejo de pragas e doenças.

A sucessão de espécies com potencial de alta produção de biomassa é uma prática importante na agricultura conservacionista. São vários seus objetivos, como proteger o solo das chuvas de alta intensidade e aumentar a capacidade de retenção de água (CALONEGO & ROSOLEM, 2011), promover contínuo aporte de fitomassa, mobilizar e reciclar os nutrientes (PACHECO, et al., 2011), favorecer a diversidade de microrganismos edáficos (CARNEIRO et al., 2004), melhorar a estrutura do solo (CUNHA et al., 2010), podendo também reduzir os gastos com fertilizantes nitrogenados, quando se utilizam espécies leguminosas e gastos com herbicidas devido a supressão de plantas daninhas. Várias leguminosas, por meio da fixação biológica do nitrogênio atmosférico incorporam N aos sistemas produtivos (PIETSCH et al., 2007). Mas vários fatores devem ser levados em consideração na escolha das leguminosas envolvidas no sistema, pois cada uma reveste-se de características peculiares, principalmente em relação à quantidade de massa produzida, quantidade de N acumulado ou fixado biologicamente, taxa de decomposição da massa produzida e o sincronismo entre a mineralização de nutrientes com o período de maior demanda da cultura subsequente.

Existem várias espécies que, durante o seu desenvolvimento, conseguem acumular grandes quantidades de nutrientes em seus tecidos, em especial o N como é o caso da lablabe (*Dolichos lablab*) e do feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*). Contudo o fato de uma espécie reter grande quantidade de nutrientes não significa que, após as plantas serem cortadas, estes estejam prontamente disponíveis à cultura seguinte (ALVARENGA, 1995). Por esse motivo, a demanda da cultura subsequente deve coincidir com a mineralização e o fornecimento do N da espécie utilizada, para que ocorra maior aproveitamento desse nutriente, pois podem ocorrer perdas no perfil do solo e em formas gasosas, como pela volatilização na forma de amônia e emissões na forma de

óxido nitroso (CARVALHO, 2005), além da imobilização temporária do N pela microbiota do solo.

A relação C/N das espécies utilizadas é uma característica importante a ser conhecida, pois em condições edafoclimáticas favoráveis, ela é fator importante na determinação da velocidade com que o N orgânico será mineralizado. As leguminosas normalmente tem uma relação C/N menor que 20, facilitando sua decomposição e mineralização mais rápida de nutrientes (RIBEIRO JÚNIOR & RAMOS, 2006). Gramíneas e leguminosas apresentam diferentes relações C/N, a primeira apresenta uma menor relação ao contrário da segunda, fator que pode ser determinante para o tempo de decomposição do material vegetal deixado na superfície ou incorporado ao solo e, conseqüentemente para a disponibilização dos nutrientes às plantas (FERREIRA et al., 2011).

As espécies não-leguminosas geralmente não realizam a fixação biológica de N, mas atuam evitando que uma grande parte do N que estão em camadas mais profundas seja perdido, por meio da absorção e retenção desse nutriente em seus tecidos (ANDREOLA et al., 2000). Embora, que nos últimos anos resultados promissores tem sido encontrados em relação a FBN em gramíneas, principalmente para as culturas do milho, cana-de-açúcar e arroz inundado (ROESCH et al., 2007; REIS JUNIOR et al., 2000; BALDANI et al., 2000; RODRIGUES et al., 2006).

## **2.2 CULTIVO CONSORCIADO**

Consiste no cultivo simultâneo de duas ou mais espécies com diferentes arquiteturas vegetativas, exploradas concomitantemente na mesma área e em um mesmo período de tempo, sendo que não necessariamente tenham sido semeadas ao mesmo tempo (MONTEZANO & PEIL, 2006; PINTO et al., 2011)

Os principais fatores que determinam a utilização pelos agricultores deste sistema de produção são: redução de riscos de perdas, já que as culturas envolvidas, numa mesma área são afetadas de maneira diferente; maior aproveitamento da área, pois ao colocar duas culturas numa mesma área de terreno, quase sempre, aumenta a eficiência de utilização da terra, ou seja, consegue produzir uma quantidade de grãos maior do que produziria em monocultivo e; maior retorno econômico, já que com pequenos acréscimos

de insumos e de mão de obra o agricultor consegue produzir uma quantidade maior de grãos (PORTES et al., 1996).

Há diferentes sistemas de consórcio. Nos cultivos mistos, não há organização em fileiras distintas entre as culturas, enquanto nos cultivos intercalares pelo menos uma delas é plantada em fileiras. Nos cultivos em faixa, as culturas são plantadas em faixas, que possibilitem o manejo independente de cada cultura, mas estreitas o suficiente para haver interação entre elas. Nos cultivos de substituição, uma cultura é plantada depois que a anterior alcançou a fase reprodutiva do crescimento, mas não atingiu o ponto de colheita (VIEIRA, 2006).

Outros benefícios também são observados quando se adota esse sistema de produção comparado ao cultivo solteiro, como a proteção vegetativa do solo contra a erosão e controle das plantas daninhas (DEVIDE et al., 2009) e a diversificação das fontes de renda do produtor (ALVES et al., 2009).

Entretanto, as produtividades nas várias modalidades desse sistema de produção estão sujeitas a interação de diversos aspectos técnicos, como a densidade populacional, distribuição espacial das plantas, dos cultivares utilizados e das complexas relações ecológicas, como a interação genótipo-ambiente (VIEIRA, 2006).

### **2.3 FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO EM FEIJOEIRO**

O feijoeiro é uma planta exigente em nutrientes, sendo o N o elemento exigido em maior quantidade. A taxa de absorção varia durante o ciclo de vida da planta ao passo que a época de maior demanda pela planta ocorre no início do florescimento ao período de formação das vagens (FERREIRA et al., 2004). O feijoeiro comum atinge 90% da produtividade fisiológica ( $2.478 \text{ kg ha}^{-1}$ ) com aplicação de  $108 \text{ kg de N ha}^{-1}$  (SANTOS et al., 2003).

Parte do N absorvido pelo feijoeiro pode ser proveniente da fixação biológica de nitrogênio (FBN), quando bactérias do gênero *Rhizobium* em simbiose, fixam o N atmosférico, disponibilizando-o à planta. Porém, o N fornecido pelo processo de FBN geralmente é insuficiente em relação às quantidades necessárias para altas produtividades (MARUBAYASHI, 1994), devido à baixa eficiência do processo, quando quantidades superiores a  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  de N são necessárias (FERREIRA et al., 2004).

A aplicação de altas doses de adubos nitrogenados no plantio e em cobertura inibe a nodulação e também diminui a eficiência das bactérias no processo (FERREIRA et al., 2004). Neste sentido, a utilização de espécies que aportem N para o sistema, preferencialmente através da FBN, antecedendo o cultivo do feijoeiro, pode ser uma alternativa interessante frente à demanda desse nutriente pela cultura, devido à sua lenta mineralização, comparativamente aos adubos nitrogenados sintéticos, por não interferir em nenhuma etapa do processo de FBN do feijoeiro e podendo conseqüentemente suprir a necessidade remanescente de N desta cultura.

## **2.4 SISTEMA DE SUCESSÃO COM FEIJOEIRO**

Relatos de um agricultor do município de Araponga, MG, indica que há uma resposta significativa do feijoeiro à sucessão à lablabe (*Dolichos lablab*). Esse agricultor verificou em suas próprias experimentações que a produtividade do feijoeiro adubado com fertilizantes minerais foi maior nos locais onde anteriormente foi semeada esta espécie por três anos consecutivos. Além disso, ele relata melhorias na qualidade do solo, como maior acúmulo de matéria orgânica e maior retenção de água, influenciando a disponibilidade de água.

Os resultados encontrados na literatura indicam a complexidade da utilização de espécies leguminosas e não-leguminosas no sistema de sucessão com feijoeiro, onde diversos fatores devem ser avaliados, destacando-se a quantidade de matéria fresca e seca produzida e acúmulo de N dos pré-cultivos, para assim atingir um patamar de produtividade satisfatório. Diferentes resultados sobre espécies de adubos verdes e seus efeitos sobre a produtividade do feijoeiro podem ser encontrados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Referências bibliográficas, produção de massa fresca (MF), massa seca (MS) e acúmulo de N na MS (N) dos pré-cultivos e a produtividade (PROD) do feijoeiro cultivado em sucessão.

REFERÊNCIA	PRÉ-CULTIVO	MF	MS	N	PROD
		t ha <sup>-1</sup>		kg ha <sup>-1</sup>	
FERREIRA et al., (2011)	Crotalária	NC	6,0	95,0	1.722
	Sorgo	NC	9,5	100,0	1.760
SIMIDU et al., (2010)	Milheto	55,7	19,5	476,7	1.994
	Sorgo	58,5	22,7	735,7	2.537
	Braquiária	36,2	10,2	275,5	2.878
	Milheto + Mucuna	40,0	17,0	131,0	505
OLIVEIRA et al.,(2002)	Milheto + Feijão de Porco	32,9	10,8	129,1	525
	Sorgo + Mucuna	47,5	9,2	135,7	347
	Sorgo + Feijão de Porco	55,8	11,1	161,4	439
	Milho + Mucuna	43,7	12,4	165,6	451
	Milho + Feijão de Porco	43,5	11,7	114,4	321
	Milheto	45,7	14,1	162,7	640
	Sorgo	77,1	15,4	198,5	434
	Milho	45,7	12,1	156,6	443
	Mucuna	5,2	1,0	25,4	351
	Feijão de Porco	13,9	3,4	127,6	340
SILVEIRA et al., (2005)	Braquiária	NC	12,4	NC	1.505
	Milho + Braquiária	NC	3,6	NC	1.271
	Feijão Guandu	NC	5,5	NC	2.175
	Milheto	NC	4,6	NC	2.197
	Mombaça	NC	8,4	NC	1.594
	Sorgo	NC	6,5	NC	1.587
	Estilosantes	NC	3,4	NC	1.536
MOITINHO et al., (2011)	Feijão de porco	NC	7,4	173,4	1.630
	Feijão Bravo do Ceará	NC	6,8	195,2	2.030
	Mucuna	NC	7,3	186,0	2.150
	Vegetação espontânea	NC	5,9	48,3	1.200
	Sorgo	NC	15,3	250,3	830
	Feijão Guandu	NC	12,6	337,9	1.620
	Mistura – Adubos verdes	NC	10,4	185,6	1.910
	Milheto	NC	10,5	93,7	1.360
Crotalária	NC	14,7	258,3	2.090	

	Crotalária + Milheto	NC	12,7	180,2	1.710
	Panicum maximum	NC	6,4	NC	745
	Brachiaria brizanta	NC	6,2	NC	654
	Brachiaria decumbens	NC	11,1	NC	588
	Panicum maximum	NC	11,0	NC	574
NUNES et al., (2006)	Calopogônio	NC	3,2	NC	485
	Crotalária	NC	2,7	NC	470
	Feijão guandu	NC	4,0	NC	464
	Mucuna	NC	4,7	NC	365
	Feijão-de-porco	NC	2,9	NC	299
	Cobertura Natural	NC	4,5	NC	393
	Milheto	83,0	11,0	NC	2.805
SOUZA et al., (2012)	Feijão-de-porco	42,0	6,0	NC	2.740
	Crotalária	41,0	11,0	NC	2.775
	Mucuna	44,0	6,0	NC	2.805
	Pousio	40,0	6,0	NC	2.822

(NC)= Não citado pelo autor; (DAE)= Dias após a emergência do milho em que foi plantado a mucuna.

De acordo com Ferreira et al., (2011) (Tabela 1), em um estudo realizado no município de Santo Antônio de Goiás, GO, o sorgo forrageiro apresentou a maior massa de matéria seca e maior acúmulo de N em seus tecidos em comparação à crotalária. Embora as espécies utilizadas não tenham mostrado efeito estatístico significativo sobre a produtividade do feijoeiro, a quantidade de N acumulado e a produtividade apresentaram uma correlação positiva e significativa no sistema plantio direto, onde o sorgo acumulou mais N e a produção do feijoeiro foi maior quando cultivado em sucessão ao mesmo. Ressalta-se que neste trabalho, os pré-cultivos não foram adubados, foram cortadas no estágio de florescimento, deixados na superfície do solo e o feijoeiro plantado aproximadamente 1 mês após o corte dos mesmos (Tabela 2). Para a determinação da quantidade de nitrogênio acumulado foram moídas plantas inteiras (folhas e caules/colmo). Pode ser observado na Tabela 3 que o solo apresentou uma fertilidade “média” e não foi citada adubação na ocasião do plantio do feijoeiro, podendo ter ocorrido influência dos pré-cultivos para a obtenção da alta produtividade alcançada.

**Tabela 2.** Referências sobre o manejo dos pré-cultivos e do feijoeiro em sucessão, encontrados em diferentes trabalhos.

REFERÊNCIA	ADUBAÇÃO DOS PRÉ-CULTIVOS	MANEJO	INCORPORAÇÃO	PLANTIO DO FEJJOEIRO	ADUBAÇÃO DO FEJJOEIRO
FERREIRA et al., (2011)	Não Citado	Corte na floração	Sem incorporação	Aproximadamente 1 mês após o plantio das plantas de cobertura	Não Citado
SIMIDU et al., (2010)	Não Citado	1º roçagem na época de florescimento e 2º 70 dias após a 1º, mesmo dia em que foram dessecadas.	Sem Incorporação	Duas épocas: 1º; 1 mês após dessecação e 2º; 1 mês e 15 dias após dessecação	Não Citado
OLIVEIRA et al.,(2002)	Gramíneas adubadas com 300 kg ha <sup>-1</sup> da fórmula 4-30-16 e leguminosas não adubadas	Corte 100 dias após o plantio das Gramíneas	Sem Incorporação	Aproximadamente 1 mês após o corte.	500 kg ha <sup>-1</sup> de 4-14-8
SILVEIRA et al., (2005)	400 kg ha <sup>-1</sup> da fórmula 5-30-15	Corte após a colheita do milho	Sem incorporação	Plantado sobre a palhada 60 dias após o manejo das plantas de cobertura	Adubado com 400 kg ha <sup>-1</sup> de 4-20-20
MOITINHO et al., (2011)	Sem adubação	Corte no estágio de formação de vagens e início de formação de grãos (102 dias após a emergência)	Sem incorporação	Plantado sobre a palhada 7 dias após o manejo das plantas de cobertura	Adubado com 2 t ha <sup>-1</sup> de composto orgânico

Continuação...

REFERÊNCIA	ADUBAÇÃO DOS PRÉ-CULTIVOS	MANEJO	INCORPORAÇÃO	PLANTIO DO FEIJOEIRO	ADUBAÇÃO DO FEIJOEIRO
NUNES et al., (2006)	Não Citado	Dessecadas aproximadamente 11 meses após o replantio e roçadas 5 dias depois	Sem incorporação	No dia da roçagem	50 kg ha <sup>-1</sup> de KCl, 400kg ha <sup>-1</sup> de SSP e 250 kg ha <sup>-1</sup> de sulfato de amônio
SOUZA et al., (2012)	Não Citado	Roçadas no período de floração e dessecadas 1 mês depois.	Sem incorporação	Aproximadamente 1 semana após a dessecação	250 kg ha <sup>-1</sup> de 4-30-10/ + 90 kg ha <sup>-1</sup> de N em cobertura

SSP= Super Fosfato Simples

**Tabela 3.** Valores de pH, P, K, Ca, Mg, Al, H+Al e MO de solos, antes da adubação, citados em diferentes trabalhos

REFERÊNCIA	pH	P	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	MO
		--mg/dm <sup>-3</sup> --		-----cmol <sub>c</sub> /dm <sup>-3</sup> -----		--		-dag/kg-
FERREIRA et al., (2011)	6,2	5,8	145	3,6	1,2	NC	NC	2,1
SIMIDU et al., (2010)	5,5	6	88,5	1,9	1,6	NC	2,8	1,8
OLIVEIRA et al.,(2002)	5,3	1,67	49,3	1,03	0,5	0,33	3,76	1,8
SILVEIRA et al., (2005)	5,7	21,5	101	2,5	0,7	NC	NC	1,9
MOITINHO et al., (2011)	5,8	8,6	66,3	1,3	1,0	0,2	NC	1,0
NUNES et al, (2006)	5,6	1	16	0,5	0,2	NC	NC	2,7
SOUZA et al., (2012)	5,0	10	88,5	2,7	1,5	NC	2,4	2,5

NC= Não citado pelo autor.

Resultados semelhantes foram encontrados por Simidu et al., (2010) (Tabela 1), quando no município de Selvíria, MS, relataram que os maiores valores de matéria fresca, matéria seca e acúmulo de N, foram obtidos pelo sorgo granífero. Entretanto, as maiores produtividades das cultivares de feijoeiros avaliados foram encontradas quando plantadas em sucessão à *Brachiaria brizanta*, sorgo e milho, respectivamente. Essa menor produtividade do feijoeiro em sucessão ao milho, comparativamente à *Brachiaria* e ao sorgo, segundo os autores, provavelmente tenha ocorrido pela maior quantidade de palhada mantida na superfície do solo, a qual permaneceu no desenvolvimento da cultura e ocasionou a imobilização dos nutrientes pela biomassa microbiana, para o processo de decomposição. Detalhes do manejo podem ser verificados na Tabela 2, onde se observa que os pré-cultivos não foram adubados, foram manejados com duas roçagens (1º na

época de florescimento e 2º setenta dias depois, mesmo dia em que foram dessecadas), mantidas sobre a superfície do solo para o posterior plantio do feijoeiro, o qual foi plantado em duas datas, a primeira 1 mês após a dessecação e a segunda 15 dias após o primeiro plantio, sem adubação. Observa-se na Tabela 3, que o solo apresentou uma fertilidade “média”, necessitando de adubação para elevar os níveis dos nutrientes disponíveis, prática que não foi citada pelos autores, embora o patamar de produtividade obtido tenha sido elevado. Vários fatores podem ter contribuído par essa alta produtividade, com destaque para um possível sincronismo entre a mineralização dos nutrientes das palhadas e a época de maior exigência do feijoeiro, cultivares com capacidade de alta produtividade e a irrigação realizada durante todo o ciclo da cultura.

Diversas combinações de gramíneas e leguminosas em pré-cultivo e seus efeitos sobre a produtividade do feijoeiro comum, foram comparadas no município de Lavras, MG (OLIVEIRA et al., 2002) (Tabela 1). Em relação à produção de matéria seca, o maior valor foi obtido no consórcio, milho + mucuna-preta. A maior produtividade do feijoeiro foi encontrada nos tratamentos envolvendo o milho. Segundo os autores esse resultado estaria relacionado à elevada quantidade de matéria seca produzida, com elevado acúmulo de macros e micronutrientes e a alta relação C/N do milho, possibilitando maior tempo de permanência da palhada na superfície do solo, ocasionando maior proteção do solo e conseqüente maior retenção de umidade, diminuindo assim o déficit hídrico e favorecendo a formação de grãos. Antes da instalação do experimento foi realizada uma calagem (2.400 kg ha<sup>-1</sup> de calcário) e uma fosfatagem (1.750 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato simples) com base na análise do solo. As gramíneas foram adubadas no plantio com 300 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 4-30-16 e as leguminosas que foram plantadas 25 dias depois, nas entrelinhas das gramíneas não foram adubadas. O corte ocorreu aos 100 dias após plantio das gramíneas e a palhada produzida deixada sobre a superfície do solo. O feijoeiro foi plantado aproximadamente 1 mês após o corte, adubado com 500 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 4-14-18 (Tabela 2). Observa-se na Tabela 3 que o solo apresentava “baixa” fertilidade, com destaque para os baixos teores de fósforo e matéria orgânica. A produtividade alcançada nesse experimento também foi baixa. Talvez a quantidade de N disponível pode não ter sido suficiente, já que o teor de matéria orgânica assim como a quantidade de N fornecida pela adubação foram baixo. Apesar da quantidade de N

acumulado pela palhada ter sido relativamente alto, este pode não ter sido disponibilizado para o feijoeiro na época de sua maior exigência.

A resposta do feijoeiro comum irrigado em plantio direto em sucessão de várias culturas, foram avaliadas no município de Santo Antônio de Goiás, GO (SILVEIRA et al., 2005) (Tabela 1). Os autores relataram que o melhor rendimento do feijoeiro foi quando o mesmo foi semeado sobre a palhada do milho. Os maiores valores de matéria seca foram observados para a braquiária, seguido pelo capim mombaça e pelo sorgo, sendo as maiores produtividades do feijoeiro obtidas em sucessão ao milho, guandu e capim mombaça, respectivamente. Para os autores a maior produtividade sobre a palhada do milho provavelmente está relacionada com a alta capacidade de extração de nutrientes dessa planta, os quais foram disponibilizados para o feijoeiro. As espécies foram cortadas logo após a colheita do milho, deixadas sobre a superfície do solo e o feijoeiro plantado 60 dias após o manejo das mesmas, adubado com 400 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 4-20-20 (Tabela 2). A média de produtividade do experimento foi alta, ressaltando que o solo apresentava uma fertilidade “boa” (Tabela 3). No plantio as plantas de cobertura foram adubadas com 400 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 5-30-15.

A elevada produtividade do Sorgo-forrageiro também foi confirmado por Moitinho et al., (2011) (Tabela 1), sob as condições edafoclimáticas do município de Itaquiraí, MS. Verificou - se que o maior acúmulo de matéria seca foi obtido por essa gramínea, seguido pela crotalária em monocultivo e consorciada com o milho e o feijão-guandú. Em relação ao nitrogênio, o feijão-guandú foi a espécie que mais acumulou N em seus tecidos, seguido pela crotalária e pelo sorgo. A melhor resposta do feijoeiro foi encontrada quando o mesmo sucedeu a mucuna-preta, também obtendo valores satisfatórios quando cultivado após a crotalária. Os autores apenas ressaltam a maior influência das leguminosas no rendimento de grãos desta cultura. Na ocasião do plantio os pré-cultivos não foram adubados, foram cortados no estágio de formação de vagens e início de formação de grãos e não foram incorporadas ao solo. O feijoeiro foi plantado sobre a palhada 7 dias após o manejo das mesmas e adubado com 2 t ha<sup>-1</sup> de composto orgânico (Tabela 2), quantidade pequena de matéria orgânica para ser aportada para o sistema. O solo apresentou uma fertilidade “média” (Tabela 3), mesmo assim a produtividade alcançada nesse experimento foi alta. Apesar da quantidade de adubo

fornecido ter sido baixa, a quantidade de N acumulado pelas palhadas das plantas pode ter sido disponibilizado para o feijoeiro, resultando nessa maior produção de grãos.

A produção de palhada de diferentes plantas de cobertura e sua relação com o feijoeiro comum cv. Talismã, no município de Diamantina, MG, (NUNES et al., 2006) (Tabela 1). Os autores constataram que a maior produção de matéria seca foi obtida com *Brachiaria decumbens* cv. Brasilisk, seguido pelo *Panicum maximum* cv. Tanzânia. Observa-se ainda a baixa produtividade de matéria seca das leguminosas. A maior produtividade do feijoeiro foi obtida em sucessão ao *Panicum maximum* cv. Mombaça. Os autores reforçam que os rendimentos de grãos do feijoeiro foram maiores quando semeado após as culturas que apresentaram maiores acúmulos de matéria seca. Neste experimento os pré-cultivos foram amostrados por duas vezes para determinação da massa da matéria seca, sendo os dados descritos anteriormente correspondentes a 2º amostragem. Essas plantas não foram adubadas (as leguminosas foram replantadas 9 meses depois), sendo dessecadas 11 meses após o replantio e roçadas 5 dias após a dessecação. A palhada foi deixada disposta sobre a superfície do solo onde o feijoeiro foi adubado e plantado no mesmo dia da roçagem (Tabela 2). A produtividade alcançada nesse experimento foi baixa. Os autores citam que uma intensa precipitação ocorrida durante o ciclo do feijoeiro, fez com que parte dos nutrientes disponibilizados na adubação tenham sido lixiviados, o que pode ter influenciado para essa baixa produtividade, além disso, o solo encontrava-se com fertilidade “baixa”. Antes da instalação do experimento foi corrigida a acidez do solo com a incorporação de 3 t ha<sup>-1</sup> de calcário, assim como foi realizada também uma fosfatagem (250 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato simples), que pode não ter sido suficiente para suprir a necessidade real do solo, com base no resultado da análise de solo (Tabela 3).

O efeito de quatro pré-cultivos, (Milheto, Feijão-de-porco, Crotalária, Mucuna cinza e área de pousio) e épocas de semeadura do feijoeiro cultivado no inverno, sobre a produtividade de três cultivares de feijão (Pérola, IAC Tunã e Carioca precoce), foram avaliadas por dois anos agrícolas consecutivos 2007/2008 e 2008/2009, no município de Selvíria, MS (SOUZA et al., 2012) (Tabela 1). Os resultados aqui discutidos são referentes ao ano agrícola 2007/2008. Para a produção de matéria fresca foi encontrada diferença significativa, sendo os melhores resultados encontrados para o milheto. Em relação a produção de matéria seca os melhores resultados foram encontrados para o

milheto e crotalária, diferenciado dos demais tratamentos. Para a produtividade do feijoeiro não foi observado efeito significativo entre os tipos de cobertura avaliados, o que aconteceu apenas para a interação Época x Cobertura, mas não houve diferença entre os fatores analisados após o desdobramento. Detalhes metodológicos podem ser observados na Tabela 2, onde se destaca a não adubação dos pré-cultivos, corte no florescimento e dessecação 1 mês após o seu corte, sem a posterior incorporação. O feijoeiro foi plantado uma semana após a dessecação, adubado com 250 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 4-30-10, aplicando-se ainda 90 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de uréia em cobertura.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M.; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A. J. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 175-185, 1995.
- ALVES, J. M. A.; ARAÚJO, N. P.; UCHÔA, S. C. P.; ALBUQUERQUE, J. A. A.; SILVA, A. J.; RODRIGUES, G. S.; SILVA, D. C. O. Avaliação agroeconômica da produção de cultivares de feijão-caupi em consórcio com cultivares de mandioca em Roraima. **Revista Agro@mbiente**, v. 03, n. 01, p. 15-30, 2009.
- ANDREOLA, F; COSTA, L. M; OLSZEWSKI, N; JUCKSCH, I. A cobertura vegetal de inverno e a adubação orgânica e, ou, mineral influenciando a sucessão feijão/milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 867-874, 2000.
- BALDANI, V.L.D.; BALDANI, J.I.; DÖBEREINER, J. Inoculation of rice plants with the endophytic diazotrophs *Herbaspirillum seropedicae* and *Burkholderia* spp. **Biology and Fertility of Soils**, v. 30, p. 485-491, 2000.
- CALEGARI, A.; ALCANTRA, P. B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. Características das principais espécies de adubos verdes. In: COSTA, M. B. B., (Coord). Adubação verde no Sul do Brasil. Rio de Janeiro, AS-PTA, p.206-319, 1993.
- CALONEGO, J. C; ROSOLEM, C. A. Soil water retention and s index after crop rotation and chiseling. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, V 35, p. 1927-1937, 2011.
- CARNEIRO, R. G; MENDES, I. C; LOVATO, P. E; CARVALHO, A. M; VIVALDI, L. J. Indicadores biológicos associados ao ciclo de fósforo em solos de cerrado sob plantio direto e plantio convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 661-669, 2004.
- CARVALHO, A. M de. **Uso de plantas condicionadoras com incorporação e sem incorporação no solo: composição química e decomposição dos resíduos vegetais; disponibilidade de fósforo e emissão de gases.** Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Brasília, 199f., 2005.
- CARVALHO, A. M.; AMABILE, R. F. Cerrado: Adubação verde. Brasília, Embrapa Cerrados, 369p. 2006.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Acompanhamento da safra brasileira: grãos, terceiro levantamento, safra 2013/2014, Brasília, 2014. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11\\_07\\_15\\_11\\_03\\_18\\_boletim\\_setembro\\_-\\_2014..pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_07_15_11_03_18_boletim_setembro_-_2014..pdf)>. Acesso em: 22 set. 2014.

CUNHA, E. Q; STONE, L. F; MOREIRA, J. A. A; FERREIRA, E. P. B; DIDONET, A. D. Atributos físicos do solo sob diferentes preparos e coberturas influenciados pela distribuição de poros. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, p. 1160-1169, 2010.

DEVIDE, A. C. P.; RIBEIRO, R. L. D.; VALLE, T. L.; ALMEIDA, D. L.; CASTRO, C. M.; FELTRAN, J. C. Produtividade de raízes de mandioca consorciada com milho e caupi em sistema orgânico. **Bragantia**, v. 68, n. 1, p. 145-153, 2009.

DIDONET, A. D; MOREIRA, J. A. A; FERREIRA, E. P de. B. **Sistema de produção orgânico de feijão para agricultores familiares**. Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão, Comunicado Técnico, 173, 2009.

FERNANDES, L. M. Retorno financeiro e risco de preço da cultura do feijão irrigado via pivô central na região Noroeste de Minas Gerais. **Informações Econômicas**, v. 42, n. 1, 2012.

FERREIRA, A. C de. B; ANDRADE, M. J. B de; ARAÚJO, G. A de. A. Nutrição e adubação do feijoeiro. **Informe Agropecuário**, v. 25, n. 223, p. 61-72, 2004.

FERREIRA, E. P de, B; STONE, L. F; PARTELLI, F. L; DIDONET, A. D. Produtividade do feijoeiro comum influenciada por plantas de cobertura e sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 7, p. 695-701, 2011.

GOLLA, A. R. Práticas conservacionistas na agropecuária. **Pesquisa e Tecnologia**, v. 3, n. 15, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola mensal**. Rio de Janeiro: IBGE, 2014. Disponível em: [ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao\\_Agricola/Levantamento\\_Sistematico\\_da\\_Producao\\_Agricola\\_%5Bmensal%5D/Comentarios/lspa\\_201403comentarios.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_%5Bmensal%5D/Comentarios/lspa_201403comentarios.pdf). Acesso em: 20 set. 2014.

MARUBAYASHI, O. M. Seja doutor do seu feijoeiro. **Informações Agronômicas**, n. 68. Encarte Arquivo do Agrônomo, n.7, p.1-16, 1994.

MIRANDA, J. C. C DE; VILELA, L; MIRANDA, L. N DE. Dinâmica e contribuição da micorriza arbuscular em sistemas de produção com rotação de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n.10, p.1005-1014, 2005.

MOITINHO, M. R; PADOVAN, M. P; CARNEIRO, L. F; MOTTA, I de. S; SOUZA, E. I. S. Desempenho de adubos verdes e o efeito no feijão-comum cultivado em sucessão num agroecossistema sob bases ecológicas. In; XXXIII Congresso brasileiro de ciência do solo, Minas Gerais, 2011.

MONTEZANO, E. M.; PEIL, R. M. N. Sistemas de consórcio na produção de hortaliças. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.12, n. 2, p. 129-132, 2006.

NUNES, U. R; ANDRADE JÚNIOR, V. C; SILVA E de. B; SANTOS, N. F; COSTA, H. A. O; FERREIRA, C. A. Produção de palhada de plantas de cobertura e rendimento do feijão em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 6, p. 943-948, 2006.

OLIVEIRA, T. K de; CARVALHO, G. J de; MORAES, R, N de, S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 8 p. 1079-1087, 2002.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA – FAO. **The state of food and agriculture**, 2007. Disponível em: <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1200e/a1200e00.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2012.

PACHECO, L. P; BARBOSA, J. M; LEANDRO, W. M; MACHADO, P. L. O. DE A; ASSIS, R. L DE; MADARI, B. E; PETTER, F. A. Produção e ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura nas culturas de arroz de terras altas e de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 1787-1799, 2011.

PEREIRA, J. Avaliação das características agronômicas de leguminosas adubos verdes nos Cerrado. Relatório Técnico Anual do Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado 1985/1987, Planaltina. p.111-112, 1991.

PIETSCH, G; FRIEDEL, J. K; FREYER, B. Lucerne management in an organic farming system under dry site conditions. **Field Crops Research**, v. 102, p. 104-118, 2007.

- PINTO, C. M.; SIZENANDO FILHO, F. A.; CYSNE, J. R. B.; PITOMBEIRA, J. B. Produtividade e índices de competição da mamona consorciada com gergelim, algodão, milho e feijão caupi. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 2, p. 75-85, 2011.
- PORTES, T.A.; SILVA, C. C. Cultivo consorciado. In: ARAÚJO, R. S.(Ed) Cultura do feijão comum no Brasil. Piracicaba. Potáfos, p. 619-638, 1996.
- REIS JUNIOR, F. B dos; SILVA, L. G da; REIS, V. M; DÖBEREINER, J. Ocorrência de bactérias diazotróficas em diferentes genótipos de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 5, p. 985-994, 2000.
- RIBEIRO JÚNIOR, W. Q; RAMOS, M. L. G; Fixação biológica de nitrogênio em espécies para adubação verde. In: **Cerrado; adubação verde**. CARVALHO, A. M de; AMABILE, R. F. (eds) EMBRAPA CERRADOS, p. 171-199, 2006.
- RODRIGUES, L da. S; BALDANI, V. L. D; REIS, V. M; BALDANI, J. I. Diversidade de bactérias diazotróficas endofíticas dos gêneros *Herbaspirillum* e *Burkholderia* na cultura do arroz inundado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 2, p.275-284, 2006.
- ROEL, A. R.A agricultura orgânica ou ecológica e a sustentabilidade da agricultura. **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, v. 3, n. 4, p. 57-62, 2002.
- ROESCH, L. F. W; PASSAGLIA, L. M. P; BENTO, F. M; TRIPLETT, E. W; CAMARGO, F. A. O. Diversidade de bactérias diazotróficas endofíticas associadas a plantas de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 1367-1380, 2007.
- SANTOS, A. B dos; FAGERA, N. K; SILVA, O. F da; MELO, M. L. B. Resposta do feijoeiro ao manejo de nitrogênio em várzeas tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, p. 1265-1271, 2003.
- SILVEIRA, P. M da; BRAZ, A. J. B. P; KLIEMANN, H. J; ZIMMERMANN, F. J. P. Adubação nitrogenada no feijoeiro cultivado sob plantio direto em sucessão de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 4, p. 377-381, 2005.
- SIMIDU, H. M; SÁ, M. E de; SOUZA, L. C. D de; ABRANTES, F de. L; SILVA, M. P da; ARF, O. Efeito do adubo verde e época de semeadura sobre a produtividade do feijão,

em plantio direto em região de cerrado. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 32, n. 2, p. 309-315, 2010.

SOUZA, L. C. D.; SÁ, M. E.; SILVA, M. P.; ABRANTES, F. L.; SIMIDU, H. M.; ARRUDA, N.; VALÉRIO FILHO, W. V. Efeito da adubação verde e época de semeadura de cultivares de feijão, sob sistema plantio direto, em região de cerrado. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 5, p. 699-708, 2012.

VERNETTI JUNIOR, F de. J; GOMES, A da. S; SCHUCH, L. O. B. Sustentabilidade de sistemas de rotação e sucessão de culturas em solos de várzea no Sul do Brasil. **Ciência Rural**, v.39, n.6, p. 1709-1714, 2009.

VIEIRA, C. Cultivos consorciados. In: **Feijão**. VIEIRA, C; PAULA JÚNIOR, T. J de; BORÉM, A. (eds), 2º ed, Viçosa, UFV, p. 493, 2006.

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

## CAPÍTULO 1

### SUCESSÃO DE ADUBOS VERDES E FEIJOEIRO EM CONSÓRCIO COM CAFEIROS

**RESUMO:** O cultivo do feijão consorciado é uma prática comum entre agricultores da Zona da Mata Mineira, os quais priorizam a diversificação de suas áreas e a produção de alimentos para consumo da família. Práticas agrícolas que não necessitem de elevados custos de implantação, que priorizem os processos biológicos e que elevem a produtividade do feijoeiro devem ser empregadas nesse tipo de cultivo. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar espécies de leguminosas em pré-cultivo e suas influências sobre o feijoeiro em sistema de consórcio com cafeeiros sob manejo de agricultor familiar. As leguminosas avaliadas em pré-cultivo foram o feijão-de-porco e a lablabe, além de uma testemunha representada pela vegetação espontânea. Foi adotado o delineamento de blocos casualizados com oito repetições, onde cada entrelinha de cafeeiros representou um bloco. As variáveis analisadas foram: produtividade de matéria fresca e seca; teor e acúmulo de N; contribuição da FBN nos pré-cultivos; e a produtividade do feijão cultivado em sucessão. O feijão-de-porco foi a leguminosa que apresentou a maior produção de matéria fresca e seca (19,04 e 4,25 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente), acumulou mais N (113,99 kg ha<sup>-1</sup>) e aportou a maior quantidade de N-FBN ao sistema (49,18 kg ha<sup>-1</sup>). O pré-cultivo com leguminosas não elevou a produtividade do feijoeiro cultivado em sucessão, a qual apresentou média de 877 kg ha<sup>-1</sup>.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*; *Canavalia ensiformis*; *Dolichos lablab*; agricultura familiar.

## 1. INTRODUÇÃO

O consórcio do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma prática comum no País e realizada principalmente por agricultores familiares, os quais dispõem de pouca área para cultivo, e que priorizam a diversificação e a produção de alimentos. Em Minas Gerais é tradicional seu cultivo consorciado. Estima-se que 50 a 70% do feijão produzido seja proveniente de cultivos consorciados, principalmente com o café, chegando a atingir em certas áreas 90 a 100% da produção (VIEIRA, 2006).

O fato do feijoeiro apresentar ciclo curto, ser pouco competitivo, ter a possibilidade de ser semeado em diferentes épocas do ano, ser relativamente tolerante à competição movida pela cultura consorciada, e por alcançar preços atraentes no mercado, são alguns dos motivos que levam os agricultores a terem preferência por esta cultura como constituinte do consórcio (VIEIRA, 2006).

A produtividade média do feijoeiro para a agricultura familiar varia entre 650 a 850 kg ha<sup>-1</sup> (DIDONET et al., 2009), que é considerada baixa se comparada a média nacional e estadual. Mas é importante ressaltar que grande parte é produzida em sistema consorciado, onde a população de plantas é menor. Junto a isso, a produção do feijão por agricultores familiares é bastante ligada a subsistência, portanto nem sempre aumentar a produtividade é mais importante do que produzir para o sustento da família (DIDONET et al., 2009). Os altos custos dos insumos necessários para aumentar a produtividade praticamente são proibitivos para sua utilização por esses agricultores, influenciando também para a obtenção desse patamar. Por isso, se faz necessário a utilização de processos biológicos para aumentar a produtividade desses cultivos.

O pré-cultivo de leguminosas pode ser uma estratégia interessante para aumentar a produtividade desses cultivos, conforme relatos de agricultores da Zona da Mata Mineira e de trabalhos que comprovam sua influência sobre a produtividade do feijoeiro (MOITINHO et al., 2011; FERREIRA et al., 2011; Lazaro et al., 2013). Além disso, com essa prática pode ser possível promover uma contínua cobertura ao solo, evitando erosões (CARVALHO et al., 2013), reciclar nutrientes e incorporar N via FBN ao sistema (AMBROSANO et al., 2013; VIOLA et al., 2013) podendo reduzir o uso de fertilizantes nitrogenados, e aportar quantidades significativas de matéria orgânica para o sistema (CUNHA et al., 2011; CORREIA et al., 2008).

Embora diversos benefícios sejam citados, é importante que esses cultivos sejam avaliados dentro das condições reais e com a participação do agricultor, pois as decisões a serem tomadas envolvem certo nível de complexidade por envolver vários fatores, que em alguns momentos podem ser limitadores quanto ao seu uso, como os custos, o retorno econômico, a finalidade do cultivo do feijoeiro (se é para alimentação ou comércio), qual o nível de produtividade pretendido, conseqüentemente o nível de adubação empregado, o espaçamento disponível no cafezal, entre outros.

Outro fator importante é, que quando se realiza pesquisas nas condições reais do agricultor, os resultados obtidos são modulados para os fatores locais, envolvendo cultura, aspectos econômicos, disponibilidade de recursos e mão-de-obra. Esses fatores influenciam as tomadas de decisões dos agricultores no seu dia a dia, sendo fundamental incorporá-los a pesquisa, para que os mesmos posteriormente incorporem os resultados.

Neste sentido, objetivou-se com esse trabalho avaliar um sistema de sucessão de culturas com espécies de leguminosas em pré-cultivo ao feijoeiro, consorciados com cafeeiros, sob as condições da agricultura familiar da Zona da Mata de Minas Gerais.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA ÁREA EXPERIMENTAL**

O experimento foi conduzido em um sítio da comunidade rural denominada Salazar, localizada no município de Araponga, Zona da Mata Mineira, situado a 20° 42' S e 42° 32' W, em uma altitude de 1200 m. A principal atividade agrícola dessa comunidade é a cafeicultura, que há décadas é a principal fonte de renda dos agricultores. Culturas como feijão e milho são cultivadas em consórcio com o café para o uso familiar, sendo os excedentes vendidos.

Os cafeeiros estão cultivados nessa área há mais de 25 anos, manejados com poucos tratos culturais, copas densas de aproximadamente 1m de diâmetro.

O solo da área é um Latossolo vermelho-amarelo, A-proeminente, do qual foram coletadas amostras nas entrelinhas dos cafeeiros na profundidade de 0-20 cm, e cujos resultados da análise química de rotina e matéria orgânica estão apresentados na Tabela

1. O clima da região, segundo a classificação de Köppen é do tipo Cw<sub>b</sub>, com temperatura média anual de 18 °C e a precipitação média anual de 1.300 mm.

**Tabela 1.** Resultado da análise química do solo antes da instalação do experimento

pH	P	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H+AL	V	MO	P-rem
H <sub>2</sub> O	mg/dm <sup>3</sup>		cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>			%	dag/kg	mg/L
6,03	3,3	104	3,08	1,26	6,6	41,1	4,54	17,47

pH em H<sub>2</sub>O (1:2,5)

P e K – Extrator Mehlich 1

Ca, Mg e Al – Extrator Kcl 1 mol/L

H+AL – Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol/L pH 7,0

MO – Walkley Black

V = saturação por base

P-rem = Fósforo remanescente

## 2.2 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Para a implantação do experimento foi adotado o delineamento de blocos casualizados com oito repetições. Os tratamentos consistiram de três pré-cultivos, sendo as leguminosas lablabe (*Dolichos lablab*) e o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), além da testemunha, representada pela vegetação espontânea. Cada entrelinha dos cafeeiros, com espaçamento de 3,5 x 1,5 m, representou um bloco. Os pré-cultivos e o feijoeiro foram semeados em 3 linhas de 7 m espaçadas em 60 cm, totalizando 12,6 m<sup>2</sup> mas, foi adotada a parcela como 24,5 m<sup>2</sup> por considerar a área ocupada pelos cafeeiros.

## 2.3 PLANTIO E TRATOS CULTURAIS

Antes da instalação do experimento, houve o preparo do solo utilizando a enxada rotativa com o auxílio de um microtrator. Os pré-cultivos foram semeados no dia 19/11/2012, sem adubação, na densidade de 9 sementes por metro para o feijão-de-porco, totalizando 76.500 sementes por hectare (150.000 sementes, caso fosse feito o cultivo solteiro) e 3 sementes por cova para a lablabe, as quais eram espaçadas em 30x60 cm, totalizando 84.660 sementes por hectare (166.000, caso fosse feito o cultivo solteiro). Foi realizada uma capina dezessete dias após a semeadura.

O corte da parte aérea dos pré-cultivos de todas as parcelas aconteceu no dia 07/03/2013, três meses e dezessete dias após a semeadura, quando apenas o feijão-de-porco se encontrava em pleno florescimento. O agricultor considera o crescimento da

lablabe agressivo aos cafeeiros, por possuir hábito trepador, não sendo possível esperar o seu florescimento. Após o corte os materiais vegetais foram mantidos na superfície do solo, assim permanecendo até o dia sete de outubro de 2013, sete meses após o corte, quando houve o revolvimento do solo com enxada rotativa, para o posterior plantio do feijoeiro.

A semeadura do feijoeiro, conhecido pelo agricultor como “Moura rosa” (*Phaseolus vulgaris*), de hábito de crescimento indeterminado, ocorreu no dia 31/10/2013, 7 meses e 24 dias após o corte dos pré-cultivos, com plantadeira manual, regulada para semear três sementes por cova. Na ocasião da semeadura foi feita adubação, com aplicação de 359 kg ha<sup>-1</sup> (6,5 g cova<sup>-1</sup>) do formulado 4-14-8, que equivale a 14 kg ha<sup>-1</sup> de N, 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 28 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, cálculo esse, feito para a área real do consórcio, que equivale a 498 kg ha<sup>-1</sup> desse formulado, caso fosse feito o cultivo solteiro. O espaçamento adotado foi o de 30x60 cm, totalizando 60.690 plantas por hectare.

#### 2.4 COLETA DE MATERIAL E AVALIAÇÕES

Na época do corte dos pré-cultivos foram amostradas as partes aéreas das plantas em uma área de 1,8 m<sup>2</sup> por parcela. Foi medido 1m em cada lateral e coletado todo o material contido dentro do retângulo formado, determinando-se a massa da matéria fresca. Posteriormente foi coletada uma sub-amostra dessa área, a qual foi pesada, acondicionada em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C, até atingir massa constante e pesada novamente para determinação da massa da matéria seca. Após a secagem, o material foi moído em moinho tipo Willey e as amostras levadas ao laboratório para determinação do teor de N total, pelo método de Kjeldhal (BREMMER & MULVANEY, 1982).

A contribuição da FBN no feijão-de-porco e na lablabe foi estimada pela técnica de abundância natural de <sup>15</sup>N (delta, δ<sup>15</sup>N), conforme Boddey et al., (1994), com auxílio de um espectrômetro de massa Finnigan MAT, modelo Delta Plus, no Laboratório John M. Day de Isótopos estáveis, da Embrapa Agrobiologia. A contribuição da FBN foi estimada pela equação:

$$N\text{-FBN} = 100 \times \frac{\delta^{15}\text{N Testemunha} - \delta^{15}\text{N Leguminosas}}{\delta^{15}\text{N Testemunha} - \beta}$$



crescimento inicial. A lablabe por ter um ciclo mais longo e crescimento inicial mais lento, não foi favorecida pela época de corte, o que resultou em menor produção no período avaliado. Mesmo com esse crescimento mais lento a sua produção diferiu da testemunha.

**Tabela 2.** Produção de matéria fresca, matéria seca e teor e acúmulo de N na parte aérea de lablabe e feijão-de-porco. Araponga, MG, 2014.

Tratamento	Matéria Fresca	Matéria Seca	Teor de N	Acúmulo de N
	t ha <sup>-1</sup>		%	kg ha <sup>-1</sup>
Lablabe	12,13 b	2,75 b	1,75 b	48,12 b
Feijão-de-porco	19,42 a	4,33 a	2,68 a	116,04 a
Testemunha	8,51 c	1,70 c	1,99 b	33,83 c
CV (%)	16,73	16,15	9,85	13,97

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dados corrigidos para a área real da parcela.

Essa diferença de produção também foi percebida in loco pelo agricultor. O mesmo ressalta que nessa situação avaliada, o rápido desenvolvimento do feijão-de-porco possibilitou maior cobertura do solo, e reduziu a incidência de algumas ervas espontâneas, as quais foram observadas por ele nas outras áreas cultivadas com lablabe e na testemunha.

A produção de massa do feijão-de-porco foi alta, por se tratar de um sistema consorciado, com baixa população de plantas, além da competição exercida pelos cafeeiros sobre essas espécies. Valores de produção semelhantes e até menores são relatados na literatura para essa espécie em monocultivo (CAVALCANTE et al., 2012; CARVALHO et al., 2013). Entretanto, para a lablabe se feita essa comparação com o monocultivo, é considerada baixa, quando quantidades maiores são relatadas (OLIVEIRA et al., 2013). Mas, ressalta-se que a época de corte desfavoreceu essa leguminosa, pois até o seu florescimento mais nutrientes seriam absorvidos e quantidades maiores de massa seriam produzidas.

A produção de massa dessas leguminosas em consórcio com cafeeiros foram avaliadas por dois anos, nas condições edafoclimáticas do município de Rio Pomba – MG (BARRELLA, 2010). Aos 120 dias de consórcio foram produzidas 2,65 e 2,89 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca de feijão-de-porco, no primeiro e segundo ano respectivamente. Na época

de corte dos adubos verdes, os cafeeiros encontravam-se em um estágio mais “jovens”, com apenas 2,5 e 3,5 anos de idade, no primeiro e segundo ano respectivamente. Entretanto, para a lablabe sob as mesmas condições de cultivo, essa autora relata uma produção de 1,89 e 5,74 t ha<sup>-1</sup> no primeiro e no segundo ano respectivamente, resultado esse do segundo ano, superior ao encontrado nessa pesquisa.

Nas condições do município de Viçosa-MG, a produção de massa dessas leguminosas foram avaliadas em 4 períodos de consorciação com cafeeiros (30, 60, 90 e 120 dias) (CARDOSO, 2013). Foram encontrados para a lablabe aos 107 dias, uma produção de 5 t ha<sup>-1</sup> e para o feijão-de-porco de 8 t ha<sup>-1</sup>. Ressalta-se que na pesquisa citada, os cafeeiros estavam com apenas dois anos de transplante, ou seja, com menor altura, além de espaçados com 2,80 m. Esses fatores favorecem uma maior entrada de luz nas entrelinhas, aumentando a produção de massa das leguminosas. Outro fator que pode ter influenciado para essa diferença foi a época de amostragem. Embora a desta pesquisa tenha sido aos 120 dias, o feijão-de-porco ainda estava em pleno florescimento, diferentemente do trabalho citado quando o mesmo já se encontrava com vagens formadas, ocasionando essa diferença de produtividade. Ainda segundo a autora, a partir dos 90 dias se inicia a formação de vagens no feijão-de-porco, o que eleva o seu teor de matéria seca a partir desta data.

As concentrações de N variaram entre as espécies, sendo maior no feijão-de-porco (Tabela 2). Essa maior concentração foi ocasionada pelo estágio vegetativo em que essa espécie se encontrava no período avaliado, onde são absorvidas quantidades consideráveis desse nutriente, e pela obtenção de parte do N via FBN, diferentemente da lablabe que ainda estava em início de desenvolvimento e a quantidade obtida de N-FBN foi menor. Em relação ao acúmulo de N, o feijão-de-porco acumulou maior quantidade em sua parte aérea do que a lablabe e a testemunha, decorrente da sua maior produção de massa e maior concentração desse nutriente. A quantidade de N acumulada pela lablabe foi superior às plantas da testemunha.

A Tabela 3 mostra quanto do N acumulado pelas leguminosas foi proveniente da FBN. O acúmulo de N-FBN foi maior no feijão-de-porco, correspondendo a quase metade de todo N acumulado por essa leguminosa, consequência da maior produção de massa, maior FBN e das características inerentes a essa leguminosa.

**Tabela 3.** Teor e acúmulo de N-FBN no lablabe e feijão-de-porco utilizados em pré-cultivo. Araponga, MG, 2014.

Tratamento	N-FBN (%)	FBN (kg ha <sup>-1</sup> )
Lablabe	31,14	14,91
Feijão-de-porco	43,15	50,07

O N acumulado pelo feijão-de-porco pode ser considerado satisfatório, por se tratar de plantio consorciado. Entretanto, os teores de N-FBN nas leguminosas estão abaixo dos relatados na literatura (AMBROSANO et al., 2013; VARGAS et al., 2011), as quais também não foram inoculadas, indicando que houve comprometimento no estabelecimento e/ou na eficiência da simbiose entre as bactérias fixadoras de N e as leguminosas.

O baixo teor de P no solo (Tabela 1) pode ter influenciado essa baixa FBN nas leguminosas. A disponibilidade de P está entre os principais fatores edáficos que influenciam a FBN, pois auxilia na nodulação pela transferência de energia e no aumento no número de pelos radiculares proporcionando mais sítios de infecção para a bactéria (OTHMAN et al., 1991; OKELEYE e OKELANA, 1997).

Com base no histórico da área e do manejo recente da mesma, é possível inferir que esses dois fatores também podem ter influenciado negativamente as espécies de rizóbios nativos e conseqüentemente a FBN. Conforme o relato do agricultor, por muito tempo essa área foi ocupada por pastagens, dando lugar aos cafeeiros, os quais são mantidos sob aplicações de fertilizantes minerais, com baixo aporte de matéria orgânica. E há pouco tempo vem sendo utilizado espécies de leguminosas com finalidade de adubação verde, não sendo possível obter resultados significativos em curto prazo. A disponibilidade de N mineral no solo, e a população de bactérias presentes no solo influenciam o teor de N-FBN nas leguminosas (AITA, 1997).

A produtividade do feijoeiro não foi influenciada pelos pré-cultivos (Tabela 4). O feijão-de-porco produziu mais matéria e acumulou mais N em comparação a lablabe e a testemunha, mas isso não refletiu em maior produtividade do feijoeiro cultivado em sucessão. A não inoculação das sementes de feijão, e conseqüente falta de N, aliada a uma baixa resposta da cultivar utilizada, pode ter contribuído para essa baixa produtividade.

Provavelmente o N disponibilizado pelas leguminosas, pode ter sido perdido por emissões gasosas, imobilizado pela microbiota, assim como pode ter sido translocado para compor as frações da matéria orgânica do solo, não sendo absorvidos pelo feijoeiro durante o seu ciclo. Ressalta-se que o material vegetal produzido pelos adubos verdes não foi incorporado ao solo, e o mesmo permaneceu em pousio por 7 meses e 24 dias, gerando essas perdas do N, e conseqüentemente não elevaram a produtividade do feijoeiro.

**Tabela 4.** Produtividade do feijoeiro cultivado em sucessão aos adubos verdes. Araponga, MG, 2014.

Tratamento	Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )
Lablabe	819,08 <sup>ns</sup>
Feijão-de-porco	918,66
Testemunha	896,04
CV (%)	26,87

Ns = Não significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Dados corrigidos para a área real da parcela.

O feijoeiro, embora com pouca eficiência, também é capaz de suprir parte das suas exigências de N através da FBN (FERREIRA et al., 2004), utilizando a outra parte do N disponível no solo. E no plantio foi realizada uma adubação, o que aumentou a disponibilidade do N mineral no solo. Esses fatores fazem com que haja uma menor dependência do feijoeiro para o N disponibilizado pelas leguminosas e podem ter contribuído para não ser encontrada influência das leguminosas sobre a produtividade.

O patamar de produtividade alcançado nesse experimento seria baixo se comparado a média nacional, que é de 1.046 kg ha<sup>-1</sup> e da média estadual, de 1.538 kg ha<sup>-1</sup>, as quais são obtidas para o feijão em cultivo solteiro (CONAB, 2013). A média obtida foi de 877 kg ha<sup>-1</sup>, mas, caso fosse feito o cultivo solteiro a média ficaria em 1.210 kg ha<sup>-1</sup>, acima da média nacional. O fator importante é que essa produtividade foi alcançada em um plantio consorciado, e durante a condução do experimento foi observado várias falhas no stand de plantas nas parcelas, o que diminuiu ainda mais a população. A provável explicação para essa baixa na população foi uma desregulação da plantadeira utilizada, ocasionando falhas no semeio.

Pouco ou nenhum trabalho é realizado avaliando a produtividade do feijoeiro cultivado em sucessão a pré-cultivos em sistema de consórcio com cafeeiros. Entretanto, conforme o relato do próprio agricultor, dificilmente seria encontrado resultado positivo para a produtividade do feijoeiro, pois foi a primeira vez que se trabalhou nesse sistema de sucessão com leguminosas nessa área, que anteriormente recebia apenas o cultivo do feijoeiro, fazendo-se necessário a utilização de pré-cultivos com leguminosas por mais tempo, até que o solo se reestabeleça químico e biologicamente.

#### 4. CONCLUSÕES

Entre as espécies avaliadas em pré-cultivo, o feijão-de-porco foi a leguminosas que acumulou mais matéria fresca e seca, acumulou mais N, e aportou maior quantidade de N-FBN ao sistema. Entretanto, esses fatores não foram suficientes para elevar a produtividade do feijoeiro cultivado em sucessão.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AITA, C. Dinâmica do nitrogênio no solo durante a decomposição de plantas de cobertura: efeito sobre a disponibilidade de nitrogênio para a cultura em sucessão. In: FRIES, M.R.; DALMILIN, R.S.D. (Coord.). **Atualização em recomendação de adubação e calagem: ênfase em plantio direto**. Santa Maria: UFSM; Pallotti, 1997. p.76-111. Palestras apresentadas no III curso.

AMBROSANO, E. J.; CANTARELLA, H.; ROSSI, F.; SCHAMMASS, E. A.; SILVA, E. C.; AMBROSANO, G. M. B.; DIAS, F. L. F.; TRIVELIN, P. C. O.; MURAOKA, T. Desempenho de adubos verdes e da primeira soqueira de cana-de-açúcar cultivados consorciadamente. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n. 3, p. 80-90, 2013.

AMBROSANO, E. J.; FOLTRAN, D. E.; CAMARGO, M. S.; ROSSI, F.; SCHAMMASS, E. A.; SILVA, E. C.; AMBROSANO, G. M. B.; DIAS, F. L. F. Acúmulo de biomassa e nutrientes por adubos verdes e produtividade da cana-planta cultivada em sucessão, em duas localidades de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n. 1, p. 199-209, 2013.

BARRELA, T. P. Manejo de espécies de leguminosas em cafezal sob cultivo orgânico. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 105 f., 2010.

BODDEY, R. M; ALVES, B. J. R. URQUIAGA, S. Quantificação da fixação biológica de nitrogênio associada a plantas utilizando o isótopo 15N. In: **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. HUNGRIA, M. E ARAÚJO, R. S. (eds) EMBRAPA-CNPAP, p.471-494, 1994.

BREMNER, J. M; MULVANEY, C. S. Nitrogen total. In: **Methods of soil analysis**. PAGE, A. L. (ed) 2 ed. Madison: Soil Science Society of America. 1982. Part 2. p. 595-624.

CARDOSO, R. G. D. Período de consorciação de lablabe e feijão-de-porco com cafeeiros e trapoeraba. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 109 f., 2013.

CARVALHO, W. P.; CARVALHO, G. J.; ABBADE NETO, D. O.; TEIXEIRA, L. G. V. Desempenho agrônômico de plantas de cobertura usadas na proteção do solo no período de pousio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 2, p. 157-166, 2013.

CAVALCANTE, V. S.; SANTOS, V. R.; SANTOS NETO, A. L.; 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.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Acompanhamento da safra Brasileira, grãos, v. 1 - Safra 2013/14, n. 3 - Terceiro Levantamento, p. 1-72, Brasília, dez. 2013. Disponível em: [www.conab.com.br](http://www.conab.com.br). Acesso em 27 de Abril, 2014.

CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C. Culturas de cobertura e sua influência na fertilidade do Solo sob sistema de plantio direto (SPD). **Bioscience Journal**, v. 24, n. 4, p. 20-31, 2008.

CUNHA, E. Q.; STONE, L. F.; DIDONET, A. D.; FERREIRA, E. P. B; MOREIRA, J. A. A.; LEANDRO, W. M. Atributos químicos de solo sob produção orgânica influenciados pelo preparo e por plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.10, p.1021–1029, 2011.

DIDONET, A. D.; MOREIRA, J. A. A.; FERREIRA, E. P. B. **Sistema de produção orgânico de feijão para agricultores familiares**. Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão, Comunicado Técnico, 173, 2009.

- FERREIRA, A. C de. B; ANDRADE, M. J. B de; ARAÚJO, G. A de. A. Nutrição e adubação do feijoeiro. **Informe Agropecuário**, v. 25, n. 223, p. 61-72, 2004.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1035-1042, 2011.
- FERREIRA, E. P de, B; STONE, L. F; PARTELLI, F. L; DIDONET, A. D. Produtividade do feijoeiro comum influenciada por plantas de cobertura e sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 7, p. 695-701, 2011.
- LÁZARO, R. L.; COSTA, A. C. T.; SILVA, K. F.; SARTO, M. V. M.; DUARTE JÚNIOR, J. B. Produtividade de milho cultivado em sucessão à adubação verde. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 1, p. 10-17, 2013.
- MOITINHO, M. R; PADOVAN, M. P; CARNEIRO, L. F; MOTTA, I de. S; SOUZA, E. I. S. Desempenho de adubos verdes e o efeito no feijão-comum cultivado em sucessão num agroecossistema sob bases ecológicas. In; XXXIII Congresso brasileiro de ciência do solo, Minas Gerais, 2011.
- OKELEYE, K. A.; OKELANA, M. A. Effect of phosphorus fertilizer on nodulation, growth and yield of cowpea (*Vigna unguiculata*) varieties. **Indian journal of agricultural Sciences**, v. 67, p. 10-12, 1997.
- OLIVEIRA, T. C. T.; SILVA, J. R.; FREITAS, M. S. C.; ARAÚJO, C. A. S.; LIMA, L. O. Produção de biomassa fresca e seca por diferentes leguminosas no Submédio São Francisco. **Resumos do VIII CBA. Cadernos de Agroecologia**, v. 8, n. 2, 2013.
- OTHMAN, W. M. W.; LIE, T. A.; MANNETJE, L.; WASSINK, G. Y.; WAN-OTHMAN, W. M. Low level phosphorus supply affecting nodulation, N<sub>2</sub> fixation and growth cowpea (*Vigna unguiculata*). **Plant and Soil**, v. 15, p. 67-74, 1991.
- VARGAS, T. O.; DINIZ, E. R.; SANTOS, R. H. S.; LIMA, C. T. A.; URQUIAGA, S.; CECON, P. R. Influência da biomassa de leguminosas sobre a produção de repolho em dois cultivos consecutivos. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 4, p. 562-568, 2011.
- VIEIRA, C. Cultivos consorciados. In: VIEIRA, C.; PAULA JR, T. J.; BORÉM, A. (Eds.) Feijão. 2º ed. Viçosa, UFV. p. 493-528, 2006.

VIOLA, R.; BENIN, G.; CASSOL, L. C.; PINNOW, C.; FLORES, M. F.;  
BORNHOFEN, E. Adubação verde e nitrogenada na cultura do trigo em plantio direto.  
**Bragantia**, v. 72, n. 1, p. 90-100, 2013.

## CAPÍTULO 2

### INFLUÊNCIA DE ESPÉCIES DE LEGUMINOSAS EM PRÉ-CULTIVO AO FEIJOEIRO EM DUAS ÉPOCAS DE SEMEADURA

**RESUMO:** O uso de leguminosas em pré-cultivo ao feijoeiro, torna-se vantajoso pela possibilidade de aportar o N atmosférico para o agroecossistema e disponibilizá-lo subsequentemente, podendo suprir parte da demanda e influenciar positivamente o rendimento final da cultura principal. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar o uso de duas espécies de leguminosas em pré-cultivo ao feijoeiro em duas épocas de semeadura. As leguminosas avaliadas em pré-cultivo foram o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), e a lablabe (*Dolichos lablab*), além de uma testemunha representada pela vegetação espontânea. Para os três tratamentos foi adotado o delineamento em blocos casualizados com dez repetições. Para avaliação do feijoeiro cultivado em sucessão, foi utilizada metade da área na época da “seca” e outra metade para a época “das águas”. Nesta segunda etapa o delineamento também foi em blocos casualizados, mas adotado o esquema de parcela subdividida com cinco repetições, onde nas parcelas principais foram alocadas as épocas de cultivo e nas sub-parcelas os pré-cultivos. As variáveis analisadas foram a produtividade de matéria fresca e seca, teor e acúmulo de N, e a contribuição da FBN nos pré-cultivos, e no feijoeiro foi analisado o teor de N nas folhas, os componentes de produção e a produtividade. O feijão-de-porco foi a leguminosa que apresentou a maior produção de massa e aportou a maior quantidade de N-FBN ao sistema. Nas duas épocas avaliadas as leguminosas favoreceram a nutrição do feijoeiro e aumentaram o número de vagens/planta. O pré-cultivo com leguminosas elevou a produtividade do feijoeiro cultivado em sucessão.

**Palavras-chave:** *Phaseolus vulgaris*; *Dolichos lablab*; *Canavalia ensiformis*; sucessão de culturas, adubação verde.

## 1. INTRODUÇÃO

O feijoeiro é uma cultura exigente em nutrientes, sendo o nitrogênio (N) aquele exigido em maior quantidade. A taxa de absorção varia durante o ciclo da planta e a época de maior demanda ocorre do início do florescimento até o período de formação das vagens (FERREIRA et al., 2004).

Com o pré-cultivo de leguminosas é possível suprir parte do N exigido por essa cultura. Essas espécies através da simbiose com microrganismos aportam quantidade considerável desse nutriente para o agroecossistema (SILVA et al., 2011). Uma das vantagens da utilização dessas espécies está no seu potencial de produção de massa e principalmente na sua capacidade de fornecer N à cultura sucessora (MATHEIS et al., 2006). Além disso, o uso de leguminosas como adubação verde mostra-se uma estratégia eficaz para a reciclagem de nutrientes e para o aumento da fertilidade do solo por processos biológicos.

Para que exista efeito positivo no uso de leguminosas em pré-cultivo, é necessário que ocorra sincronia entre a mineralização e a disponibilização do N contido na sua massa e a época de maior exigência da cultura principal (DINIZ et al., 2007). Neste sentido, as características ambientais inerentes à época de corte das leguminosas e de semeadura do feijoeiro, assim como as especificidades das culturas utilizadas em pré-cultivo, exercerão influência sobre essa dinâmica do N.

No período seco há maior volatilização de N, devido à falta de umidade, assim como baixa mineralização desse nutriente. Entretanto, nessa época há diminuição das perdas por emissões gasosas em forma de óxido nitroso em relação ao período chuvoso (CARVALHO, 2005). Assim, a época de semeadura do feijoeiro após o corte das leguminosas é fator importante para o sucesso desse sistema de sucessão de culturas, visando otimizar a absorção do N proveniente das leguminosas.

As características intrínsecas das leguminosas como a quantidade de N acumulada e a relação C/N são fatores importantes na determinação da taxa de decomposição e mineralização do N de seus tecidos (AITA & GIACOMINI, 2003; AMADO & MIELNICZUK, 2000). As leguminosas em sua grande maioria apresentam baixa relação C/N, podendo apresentar elevada taxa de decomposição (TEIXEIRA et al., 2010). Outras características como os teores de polifenóis e celulose também influenciam a velocidade

com que o resíduo é decomposto e conseqüentemente na mineralização do N, tanto em curto quanto em longo prazo, e podem variar entre as espécies utilizadas (MATOS et al., 2008; AMBROSANO et al., 2013). Além desses fatores, a taxa de decomposição também é condicionada pela incorporação dos resíduos ao solo, pelas condições edafoclimáticas (AITA & GIACOMINI, 2003), e pela microbiota existente no solo.

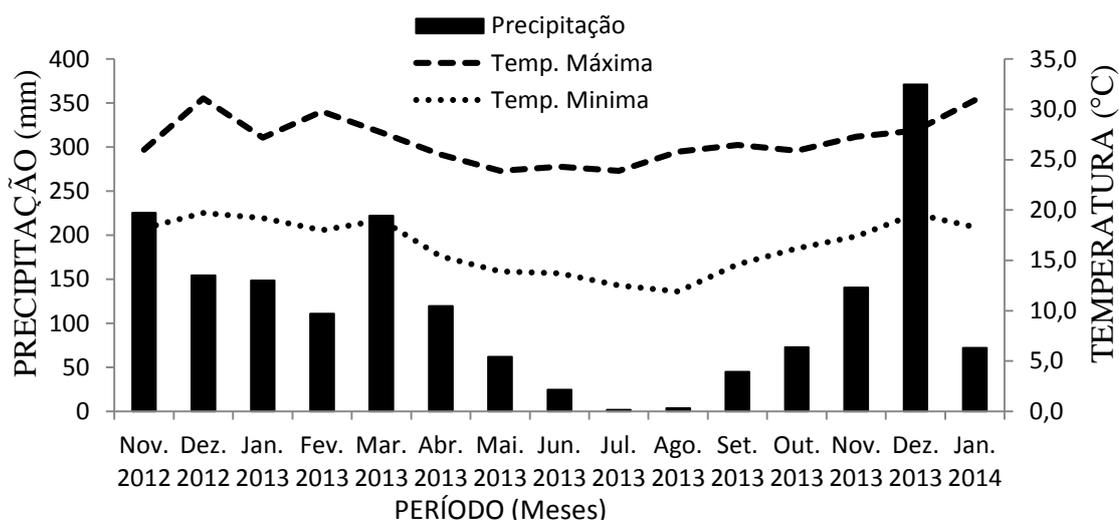
Outro aspecto que influencia o sucesso do uso das leguminosas são os processos ocorridos após a mineralização. Sabe-se que após esse processo parte do N pode ser volatilizado, absorvido pelas culturas e pela biota do solo, assim como grande parte pode ser incorporada a matéria orgânica do solo (RIBAS et al., 2010; SILVA & MENDONÇA, 2007). Esses processos atuando em conjunto fazem com que o N proveniente das leguminosas possa não ser absorvido imediatamente pelo feijoeiro, sendo disponibilizados em períodos futuros.

Diante do exposto, objetivou-se com esse trabalho avaliar a influência da adubação verde com leguminosas sobre o feijoeiro cultivado em sucessão, em duas épocas de plantio.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA ÁREA EXPERIMENTAL**

O experimento foi conduzido no campo experimental “Horta Velha”, pertencente ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa- MG, situado em 20° 45’S e 42° 51’W, numa altitude de 651 metros. O clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo Cw<sub>a</sub>, com temperatura média anual de 19 °C e a precipitação média anual de 1.300 mm. Os dados climáticos locais coletados durante a condução do experimento estão apresentados na Figura 1. Sempre que houve longos períodos de estiagem foram realizadas irrigações, tanto para os adubos verdes quanto para o feijoeiro.



**Figura 1.** Valores mensais médios de precipitação pluvial (mm) e temperatura máxima e mínima (°C), no período de realização do experimento.

O solo da área é classificado como Cambissolo, cujas características químicas de rotina e matéria orgânica estão descritas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Resultado da análise química do solo antes da instalação do experimento, 0-20 cm de profundidade.

pH	P	K	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H+AL	V	MO	P-rem
H <sub>2</sub> O	mg/dm <sup>3</sup>		cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>			%	dag/kg	mg/L
5,34	23,2	112	2,39	0,25	4,8	37,9	2,39	40,0

pH em H<sub>2</sub>O (1:2,5)  
 P e K – Extrator Mehlich 1  
 Ca, Mg e Al – Extrator KCl 1 mol/L  
 H+AL – Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol/L pH 7,0

MO – Walkley Black  
 V = saturação por base  
 P-rem = Fósforo remanescente

## 2.2 SEQUÊNCIA, TRATOS CULTURAIS E DELINEAMENTOS

### 2.2.1 LEGUMINOSAS PARA ADUBAÇÃO VERDE

Uma semana antes da semeadura dos pré-cultivos foi feita a aração e gradagem do solo. Para a implantação do experimento foi utilizado o delineamento em blocos casualizados (DBC), com três tratamentos e dez repetições, sendo cada pré-cultivo correspondente a um tratamento. As parcelas foram constituídas de 5 linhas de 6 m

espaçadas em 0,50 m, totalizando 15 m<sup>2</sup>. Os pré-cultivos avaliados foram a lablabe (*Dolichos lablab*) e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), além de uma testemunha, representada em sua maior parte pelo capim marmelada (*Brachiaria plantaginea*), sorgo (*Sorghum arundinaceum*) e caruru (*Amaranthus spinosus*).

As leguminosas foram semeadas no dia 09/11/2012, sem adubação, na densidade populacional de 9 e 12 sementes por metro para o feijão-de-porco e para a lablabe respectivamente, totalizando 180.000 e 240.000 sementes por hectare. Foi realizada uma capina, aos dezenove dias após a semeadura, sempre preservando as plantas roçadas dentro da sua respectiva parcela.

O corte da parte aérea das leguminosas de todas as parcelas, junto com a testemunha, aconteceu em 21/03/2013, quatro meses e doze dias após a semeadura, quando o feijão-de-porco se encontrava no início da fase de formação de vagens e a lablabe no início do florescimento. Após o corte os materiais vegetais foram incorporados ao solo com enxada rotativa, no mesmo dia.

### **2.2.2 FEJJOEIRO**

Para a avaliação do feijoeiro cultivado em sucessão às leguminosas, foi utilizado metade da área anterior para cada época de cultivo. O delineamento utilizado também foi o de blocos casualizados, sendo adotado o esquema de parcela subdividida, onde na parcela principal foram alocadas as duas épocas de cultivo; o “da seca” e o “das águas” e as sub-parcelas foram referentes aos três pré-cultivos, com cinco repetições.

Cada sub-parcela foi composta por 5 linhas de 6 metros, espaçadas de 0,50 m. A área útil foi representada pelas 3 fileiras centrais, desprezando-se 1m de cada extremidade, totalizando 6 m<sup>2</sup>.

Na ocasião da semeadura, nas duas épocas, foi realizada adubação fosfatada, com 40 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> no sulco de plantio, conforme recomendações para a cultura no Estado de Minas Gerais (CHAGAS et al., 1999).

A semeadura do feijão, cultivar ‘Madre Pérola’, ocorreu no dia 04/04/2013 para o feijão da “seca”, quatorze dias após o corte e incorporação dos pré-cultivos, e a do feijão “das águas” no dia 16/10/2013, seis meses e 25 dias após o corte dos pré-cultivos.

Cinco dias antes da semeadura do feijão “das águas”, as parcelas foram roçadas e capinadas. Foram semeadas 15 sementes de feijão por metro, totalizando 300.000 sementes por hectare, sendo este o stand final.

### 2.3 CARACTERES AVALIADOS E ANÁLISE DOS DADOS

No corte dos adubos verdes, foram amostradas as partes aéreas das plantas em uma área de 2,5 m<sup>2</sup> por parcela. Posteriormente foi coletada uma sub-amostra, a qual foi pesada, acondicionada em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C, até atingir massa constante e pesada novamente para determinação da massa da matéria seca. Após a secagem, o material foi moído em moinho tipo Willey e as amostras levadas ao laboratório para determinação do teor de N total pelo método de Kjeldhal (BREMNER & MULVANEY, 1982).

A contribuição da FBN no feijão-de-porco e na lablabe foi estimada pela técnica de abundância natural de <sup>15</sup>N (delta, δ<sup>15</sup>N), conforme Boddey et al., (1994), com auxílio de um espectrômetro de massa Finnigan MAT, modelo Delta Plus, no Laboratório John M. Day de Isótopos estáveis, da Embrapa Agrobiologia. A contribuição da FBN foi estimada pela equação:

$$\% \text{ de N-FBN} = 100 \times \frac{\delta^{15}\text{N Testemunha} - \delta^{15}\text{N Leguminosas}}{15\text{N Testemunha} - \beta}$$

Onde; δ <sup>15</sup>N testemunha: o valor de δ <sup>15</sup>N obtido da planta não fixadora (testemunha).

β: -1,1 (valor da discriminação isotópica quando δ <sup>15</sup>N = 0 %).

Na época de florescimento do feijoeiro, considerado quando mais de 50% das plantas estavam com pelo menos uma flor aberta (estádio R6), foram coletadas aleatoriamente em cada parcela 30 folhas maduras, localizadas no terço médio da planta (FONTES, 2011; MARTÍNEZ et al., 1999). Todo o procedimento de acondicionamento e determinação do teor de N total das amostras foi realizado conforme metodologia descrita anteriormente para os adubos verdes.

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

A fileira central da área útil foi colhida separadamente, para avaliação dos componentes de produção. Após a contagem do número de plantas foram avaliados: Número médio de vagens por planta, obtido através da relação entre o número total de vagens e o número total de plantas; Número médio de sementes por vagem, obtido através da relação entre o número total de sementes e o número total de vagens; Peso de 100 sementes, realizado pesando-se quatro subamostras de 100 sementes por tratamento em balança de precisão 0,001 g, de acordo com as indicações das Regras de Análises de Sementes (BRASIL, 1992).

Para avaliação da influência dos tratamentos sobre as variáveis analisadas, foi utilizado o Software Estatístico Sisvar 5.3 (FERREIRA, 2011). Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O feijão-de-porco produziu mais matéria fresca e seca do que a lablabe e a testemunha, as quais não apresentaram diferenças significativas entre si (Tabela 2). Essa maior produtividade alcançada pelo feijão-de-porco é possível reflexo do seu ciclo curto, o que favorece a produção de massa em um menor espaço de tempo. A lablabe por sua vez, apresenta um ciclo mais longo e crescimento inicial mais lento, o que resultou em menor produção no período avaliado. Esse crescimento mais lento fez com que a sua produção não diferisse da testemunha.

**Tabela 2.** Produção de matéria fresca, matéria seca e teor e acúmulo de N na parte aérea do lablabe e feijão-de-porco. Viçosa-MG, 2014.

Tratamento	Matéria Fresca	Matéria Seca	Teor de N	Acúmulo de N
	t ha <sup>-1</sup>		%	kg ha <sup>-1</sup>
Lablabe	25,68 b	4,83 b	2,72 a	134,74 b
Feijão-de-porco	47,73 a	11,49 a	2,22 b	262,21 a
Testemunha	20,00 b	4,78 b	0,91 c	44,74 c
CV (%)	32,29	31,93	18,42	39,91

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

As condições ambientais exercem bastante influência sobre a produção de massa de uma espécie (CARNEIRO et al., 2008). Assim, nota-se que essas condições (Figura 1) foram ideais e influenciaram positivamente o feijão-de-porco, quando elevada produção de massa foi obtida.

Os resultados encontrados nesse trabalho para a produção de matéria fresca do feijão-de-porco, diferem dos encontrados por Barros et al., (2013), onde observaram uma produtividade variando entre 12 e 14 t ha<sup>-1</sup> em condições de solo e época de semeadura similares ao deste experimento. No entanto, as leguminosas foram cortadas na floração, permanecendo no campo por um período menor, em comparação a este trabalho, quando o feijão-de-porco foi cortado já no início de formação de vagens, o que certamente contribuiu para essa diferença. No estágio de formação de vagens é a época em que a quantidade de massa e de nutrientes são elevados (PADOVAN et al., 2011). Os resultados ainda diferem do encontrados por Oliveira et al.,(2013), que relatam uma produtividade variando entre 29 e 36 t ha<sup>-1</sup> nas condições de clima e solos distintos ao deste trabalho.

A produção de massa da vegetação espontânea foi semelhante a da lablabe. Destaca-se que, em geral a vegetação espontânea é bastante adaptada às condições locais, podendo em certos casos produzir massa semelhante ou maior do que as de espécies cultivadas (CAVALCANTE et al., 2012; SUZUKI & ALVES, 2006; HEINRICHS et al., 2005).

Em relação à matéria seca, Carvalho et al.,(2013) nas condições do sul de Minas Gerais, encontraram produtividade de 2,36 t ha<sup>-1</sup> para o feijão-de-porco. Esses autores atribuem a baixa produção dessa leguminosa à época de semeadura, que foi feita no mês de março, época em que começa a reduzir a quantidade de horas-luz diária, e onde também são encontrados baixos índices de precipitação e de temperatura. Neste trabalho, as leguminosas foram semeadas no final da primavera, se desenvolvendo durante o verão, estação com um alto índice de insolação, altas temperaturas e altos índices de precipitação. Entretanto, Souza et al., (2012), quando avaliaram o acúmulo de matéria seca, por dois anos consecutivos nas condições do cerrado, em Selvíria-MS, semeados entre os meses de novembro e dezembro, relatam que o feijão-de-porco produziu 6 e 11 t ha<sup>-1</sup> no primeiro e no segundo ano respectivamente, indicando a influência da época de semeadura na produção dessa leguminosa.

A produtividade de matéria seca difere ainda dos relatados por Cavalcante et al.,(2012) e Oliveira et al.,(2013), de 3,0 e de 7 a 9 t ha<sup>-1</sup> de feijão-de-porco, respectivamente, quando semeado no final do outono e nas condições do Nordeste Brasileiro, época onde ocorre os maiores índices de precipitação nessa região. Entretanto, para a lablabe nestas mesmas características de clima e época de cultivo, Cavalcante et al., (2013) relatam uma produtividade de 3,2 t ha<sup>-1</sup>, e Oliveira et al., (2013) relatam uma produtividade variando entre 5 e 8 t ha<sup>-1</sup>, maiores do que as 4,83 t ha<sup>-1</sup>, encontradas nesse trabalho. Assim, evidencia-se a importância da escolha de espécies adaptadas ao clima e época de semeadura, assim como a influência destes na produção de matéria seca.

As concentrações de N variaram entre as espécies (Tabela 2). O teor desse nutriente foi maior na lablabe, diferindo do feijão-de-porco e da testemunha, sendo a diferença três vezes maior do que o encontrado na testemunha. Ressalta-se que a lablabe estava com plantas mais “jovens” em comparação ao feijão-de-porco, com menos massa produzida, mas com maior concentração de N. Observa-se ainda que o teor desse nutriente nas leguminosas foi maior do que o encontrado na testemunha. Essa diferença do teor nas leguminosas é devido à obtenção de parte do N via FBN, o que não aconteceu nas plantas da testemunha, que obtiveram apenas o N disponível no solo. Em relação ao acúmulo de N, o feijão-de-porco acumulou maior quantidade em sua parte aérea do que a lablabe e a testemunha, decorrente da sua maior produção de biomassa. A quantidade de N acumulada pelo feijão-de-porco foi praticamente o dobro da lablabe.

Embora a lablabe não tenha diferido da testemunha quanto à produção de biomassa, a quantidade de N acumulada foi maior nessa leguminosa. Evidencia-se assim, a importância da FBN para as leguminosas, quando em condições de baixa e média disponibilidade de N no solo, quantidade considerável desse nutriente é absorvido através desse mecanismo, fazendo com que essas espécies aportem esse nutriente para o agroecossistema (RIBEIRO JÚNIOR & RAMOS, 2006), constituindo-se como um dos principais benefícios na utilização dessas espécies.

A quantidade de N acumulada pelo feijão-de-porco (Tabela 2) foi superior aos 106 kg ha<sup>-1</sup> relatados por Barros et al., (2013), aos 173 kg ha<sup>-1</sup> relatados por Padovan et al., (2013) e dos 71 kg ha<sup>-1</sup> citados por Cavalcante et al., (2012). Porém, O N acumulado para essa espécie está abaixo dos 335 kg ha<sup>-1</sup> relatado por Teodoro et al., (2011). Ressalta-se mais uma vez que a época de corte das leguminosas é um fator importante na produção

de massa e acúmulo de N, com efeitos diretos no aporte desse nutriente ao sistema, e que nesse trabalho aconteceu no início de formação de vagens, diferentemente dos trabalhos já citados, que aconteceu na época de plena floração. Embora a lablabe tenha acumulado quantidade de N inferior ao feijão-de-porco (Tabela 1), os valores são próximos quando comparados aos 101,5 kg ha<sup>-1</sup> relatados por Cavalcante et al., (2012), e dos 198,32 kg ha<sup>-1</sup> relatados por Teodoro et al., (2011).

O acúmulo de N-FBN no feijão-de-porco foi 129% maior que o acumulado pela lablabe, consequência da alta produção de massa, maior FBN e das características inerentes a essa leguminosa (Tabela 3).

**Tabela 3.** Teor e acúmulo de N-FBN nas leguminosas utilizadas em pré-cultivo. Viçosa-MG, 2014.

Tratamento	N-FBN (%)	FBN (kg ha <sup>-1</sup> )
Lablabe	49,53	66,73
Feijão-de-porco	58,29	153,07

Os teores de N-FBN encontrados estão próximos aqueles relatados na literatura. Para o feijão-de-porco esse teor varia de 55% a 76% (AMBROSANO et al., 2013; VARGAS et al., 2011), não sendo encontrado teores para a lablabe. Esses teores também se assemelham aos encontrados em outras leguminosas. Para a crotalária esse teor varia de 53% a 57% (CASTRO et al., 2004; PERIN et al., 2004), já para a mucuna verde esse teor varia de 63,2% a 72,9%, dependendo da configuração de plantio (SILVA et al., 2011). O teor de N-FBN varia de acordo com a disponibilidade de N mineral no solo, com a eficiência fixadora de N pelas estirpes de bactérias introduzidas via inoculação das sementes e/ou com a população de bactérias presentes originalmente no solo (AITA, 1997).

A grande produção de massa pelo feijão-de-porco proporcionou uma introdução elevada de N- FBN. Essa quantidade tem potencial para suprir a necessidade desse nutriente para o feijoeiro cultivado em sucessão, já que o mesmo atinge 90% da produtividade fisiológica (2.478 kg ha<sup>-1</sup>) com aplicação de 108 kg de N ha<sup>-1</sup> (SANTOS et al., 2003). Moreira et al., (2013) verificaram que o melhor rendimento do feijoeiro comum (2.436 kg ha<sup>-1</sup>), foi alcançado com a dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> de adubação mineral, já

Afonso et al., (2011), relatam que a dose de 80 kg ha<sup>-1</sup>, foi a que resultou em maior resposta do feijoeiro, atingindo 1.754 kg ha<sup>-1</sup>. Neste sentido, o uso de leguminosas com elevado potencial de FBN e acúmulo de massa, pode significar em redução ou até eliminação do uso de fertilizantes nitrogenados.

A Tabela 4 mostra o teor de N nas folhas do feijoeiro no florescimento, nas duas épocas de cultivo. Observa-se que não houve diferença devido as épocas de cultivo, mas houve diferença devido ao pré-cultivo. O teor de N foi maior quando plantado em sucessão às leguminosas, indicando que essas espécies influenciaram positivamente a nutrição nitrogenada do feijoeiro.

**Tabela 4.** Teor de N em folhas de feijoeiro no florescimento, em sucessão a diferentes espécies de adubos verdes nas duas épocas de cultivo. Viçosa-MG, 2014.

<b>Tratamentos</b>	<b>Teor de N (%)</b>
<b>Cultivo “da seca”</b>	3,48 <sup>ns</sup>
<b>Cultivo “das águas”</b>	3,67
<b>Lablabe</b>	3,83 a
<b>Feijão-de-porco</b>	3,94 a
<b>Testemunha</b>	2,95 b
<b>CV da parcela (%)</b>	16,79
<b>CV da sub-parcela (%)</b>	9,69

ns = Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

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

A taxa de absorção desse nutriente pelo feijoeiro varia durante o ciclo da planta, e a época de maior demanda ocorre do início do florescimento ao início do período de formação das vagens, de 50 a 60 dias após o plantio aproximadamente (FERREIRA et al., 2004). Há relatos de que o prazo necessário para que ocorra a mineralização da metade do N contido na parte aérea do feijão-de-porco é de 60 dias, nas condições edafoclimáticas do Noroeste Fluminense (GAMA-RODRIGUES et al., 2007) e de 58 dias para a lablabe, nas condições do estado do Tocantins (OLIVEIRA et al., 2007), quando cortados na época de florescimento. Assim, parte do N proveniente das leguminosas pode ter sido disponibilizada para o feijoeiro na época “da seca”, assim como outra parte disponibilizada na época “das águas”, fazendo com que não houvesse diferença no teor de N entre as épocas de cultivo.

O teor de N nas folhas do feijoeiro quando plantado em sucessão as leguminosas ficaram acima da faixa adequada para a cultura, que varia de 3 a 3,5% (MARTINEZ et al., 1999; FONTES, 2011). Esses resultados indicam que houve contribuição das leguminosas para a disponibilização e conseqüentemente maior absorção de N pelo feijoeiro, o que não aconteceu quando plantado na parcela da testemunha.

Analisando os componentes de produção e a produtividade do feijoeiro cultivado em sucessão (Tabela 5), verificou-se que as variáveis número de vagens/planta e produtividade, foram influenciadas somente pelos pré-cultivos, sendo os maiores valores encontrados quando cultivado em sucessão às leguminosas. As variáveis, número de sementes/vagem e peso de 100 sementes não foram influenciadas pelos tratamentos. Assim como não houve interação significativa entre as épocas e os pré-cultivos.

**Tabela 5.** Médias do número de vagens por planta (vag/pla), número de sementes por vagem (sem/vag), peso de 100 sementes (peso de 100 sem) e produtividade (Prod) de feijão cultivado em duas épocas em sucessão as leguminosas. Viçosa-MG, 2014.

Tratamentos	Vag/Pla	Sem/Vag	Peso de 100	Prod
			Sem	
			g	kg ha <sup>-1</sup>
<b>Cultivo “da seca”</b>	7,36 <sup>ns</sup>	5,15 <sup>ns</sup>	22,81 <sup>ns</sup>	2013,42 <sup>ns</sup>
<b>Cultivo “das águas”</b>	8,75	5,18	24,01	2052,96
<b>Lablabe</b>	8,7 a	5,16 <sup>ns</sup>	23,14 <sup>ns</sup>	2128,41 a
<b>Feijão-de-porco</b>	9,3 a	5,21	23,61	2354,62 a
<b>Testemunha</b>	6,1 b	5,12	23,48	1616,54 b
<b>CV da parcela (%)</b>	34,5	7,34	6,25	23,05
<b>CV da sub-parcela (%)</b>	18,81	5,87	2,85	18,34

ns = Não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

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

A utilização de leguminosas em pré-cultivo resultaram em maior absorção de N pelo feijoeiro cultivado em sucessão, o qual incrementou a produção de vagens. Com aumento na produção de vagens, houve reflexo na produtividade. Esses resultados diferem dos encontrados por Souza et al., (2012) quando não relataram influência dos pré-cultivos com gramíneas e leguminosas sobre o número de vagens por planta do feijoeiro cultivado em sucessão e corroboram com outros dados que mostram a influência

do número de vagens no número de sementes por planta (TORRES, et al., 2013) com efeitos direto sobre a produtividade (RIBEIRO et al., 2001).

Os dados da literatura demonstram que há pouca variação para o número de sementes por vagem, já que a mesma é uma característica de alta herdabilidade genética e que pouco é influenciada pelo ambiente (ANDRADE et al., 1998). O peso de 100 sementes também não foi influenciado pelos tratamentos utilizados, e conseqüentemente não exerceu influência sobre a produtividade. Pouca influência de pré-cultivos são observadas sobre essas características (SOUZA et al., 2012; SIMIDU et al., 2010), mesmo com aplicações de doses de N provenientes de fertilizantes minerais (SORATTO et al., 2004; BERNARDES et al., 2010; MOREIRA et al., 2013). Entretanto, as pequenas variações causadas sobre essas características podem resultar em alterações no rendimento final, embora nesse trabalho não tenha sido observado influencia dessa características sobre a produtividade.

A produtividade do feijoeiro foi influenciada pelos pré-cultivos (Tabela 5). O feijão-de-porco produziu mais massa e acumulou mais N em comparação a testemunha, o que refletiu em maior produtividade do feijoeiro cultivado em sucessão, provavelmente ocasionada pela disponibilização do N dessa leguminosa e a absorção pelo feijoeiro, já que os teores de N também se apresentaram mais elevados que a testemunha. Embora o lablabe tenha produzido menos massa que o feijão-de-porco, a produtividade alcançada foi similar a esta, e superior à testemunha. Essa espécie também acumulou grande quantidade de N em sua massa, metade através da FBN, que provavelmente foram disponibilizados após seu corte e incorporação e absorvidos pelo feijoeiro, diferentemente da testemunha, que embora tenha produzido massa similar, a quantidade de N acumulada não resultou em produtividade similar à obtida com as leguminosas.

O patamar de produtividade alcançado nesse experimento foi relativamente alto. A média obtida foi de 2241, 51 kg ha<sup>-1</sup>, com pouca variação entre as épocas de cultivo, ficando acima da média nacional, de 1.046 kg ha<sup>-1</sup> e da média estadual, de 1.538 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2013). As leguminosas influenciaram positivamente a obtenção desse patamar elevado, mesmo sem a aplicação de N na forma de fertilizante, indicando que o N contido na massa das leguminosas pode ter sido disponibilizado ao feijoeiro, mesmo no plantio “das águas”, 6 meses e 25 dias após o corte. Essa influência é comprovada quando

comparada a testemunha, onde não foram utilizadas as leguminosas e a produtividade alcançada foi similar à média estadual.

Essa influência das leguminosas mesmo na época “das águas” é possível, pois as mesmas foram cortadas e incorporadas ao solo no período “da seca”, período onde ocorre menor mineralização devido a menor umidade, em comparação a época chuvosa, assim como ocorre menos perdas por emissões gasosas em forma de óxidos nítrico e nitroso (CARVALHO, 2005). Ao ser mineralizado parte do N pode ter sido translocado para compor as frações da matéria orgânica do solo (RIBAS et al., 2010; SILVA & MENDONÇA, 2007) e outra imobilizada pela microbiota, sendo posteriormente mineralizado e disponibilizado para o feijoeiro na época “das águas”.

#### 4. CONCLUSÕES

Entre os pré-cultivos avaliados, o feijão-de-porco apresenta maior produção de matéria fresca e seca, acumula mais N em seus tecidos e aporta a maior quantidade de N-FBN ao sistema;

O pré-cultivo de leguminosas favorece a nutrição nitrogenada, influencia positivamente a produção de vagens e eleva a produtividade do feijoeiro cultivado em sucessão nas duas épocas avaliadas.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFONSO, R. J.; ARF, O.; COSTA, D. S.; BARBOSA, R. M.; BUZETTI, S.; SÁ, M. E.; RODRIGUES, R. A. F. Combinações de fontes de nitrogênio no desenvolvimento e rendimento do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 3, p. 391-398, 2011.
- AITA, C. Dinâmica do nitrogênio no solo durante a decomposição de plantas de cobertura: efeito sobre a disponibilidade de nitrogênio para a cultura em sucessão. In: FRIES, M.R.; DALMILIN, R.S.D. (Coord.). **Atualização em recomendação de adubação e calagem: ênfase em plantio direto**. Santa Maria: UFSM; Pallotti, 1997. p.76-111. Palestras apresentadas no III curso.

- AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Decomposição e liberação de nitrogênio (N) de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 601-612, 2003.
- AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J. Estimativa da adubação nitrogenada para o milho em sistemas de manejo e culturas de cobertura do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 553-560, 2000.
- AMBROSANO, E. J.; CANTARELLA, H.; ROSSI, F.; SCHAMMASS, E. A.; SILVA, E. C.; AMBROSANO, G. M. B.; DIAS, F. L. F.; TRIVELIN, P. C. O.; MURAOKA, T. Desempenho de adubos verdes e da primeira soqueira de cana-de-açúcar cultivados consorciadamente. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n. 3, p. 80-90, 2013.
- ANDRADE, M. J. B.; DINIZ, A. R.; CARVALHO, J. G. de; LIMA, S. F. Resposta da cultura do feijoeiro à aplicação foliar de molibdênio e às adubações nitrogenadas de plantio e cobertura. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 22, p. 499-508, 1998.
- BARROS, D. L.; GOMIDE, P. H. O.; CARVALHO, G. J. Plantas de cobertura e seus efeitos na cultura em sucessão. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 2, p. 308-318, 2013.
- BERNARDES, T. G.; SILVEIRA, P. M.; MESQUITA, M. A. M. Produtividade do feijoeiro irrigado devido a reguladores de crescimento e culturas antecessoras de cobertura. **Bragantia**, v. 69, n. 2, p. 371-375, 2010.
- BODDEY, R. M; ALVES, B. J. R. URQUIAGA, S. Quantificação da fixação biológica de nitrogênio associada a plantas utilizando o isótopo <sup>15</sup>N. In: **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. HUNGRIA, M. E ARAÚJO, R. S. (eds) EMBRAPA-CNPAF, p.471-494, 1994.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 365p, 1992.
- BREMNER, J. M; MULVANEY, C. S. Nitrogen total. In: **Methods of soil analysis**. PAGE, A. L. (ed) 2 ed. Madinson: Soil Science Society of America. 1982. Part 2. p. 595-624.
- CARVALHO, A. M de. **Uso de plantas condicionadoras com incorporação e sem incorporação no solo: composição química e decomposição dos resíduos vegetais;**

disponibilidade de fósforo e emissão de gases. 2005. 199f. tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Brasília.

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, W. P.; CARVALHO, G. J.; ABBADE NETO, D. O.; TEIXEIRA, L. G. V. Desempenho agrônômico de plantas de cobertura usadas na proteção do solo no período de pousio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 2, p. 157-166, 2013.

CASTRO, C. M.; ALVES, B. J. R.; ALMEIDA, D. L.; RIBEIRO, R. L. D. Adubação verde como fonte de nitrogênio para a cultura da berinjela em sistema orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n.8, p.779-785, 2004.

CAVALCANTE, V. S.; SANTOS, V. R.; SANTOS NETO, A. L.; 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.

CHAGAS, J. M; BRAGA, J. M; VIEIRA, C. SALGADO, L. T; JUNQUEIRA NETO, A. ARAÚJO, G. A. A.; ANDRADE, M. J. B.; LANA, R. M. Q.; RIBEIRO, A. C. Feijão. In: **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (5º Aproximação)**. RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G; ALVAREZ V..V. H. (eds). CFSEMG, p. 306-308, 1999.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Acompanhamento da safra Brasileira, grãos, v. 1 - Safra 2013/14, n. 3 - Terceiro Levantamento, p. 1-72, Brasília, dez. 2013. Disponível em: [www.conab.com.br](http://www.conab.com.br). Acesso em 27 de Abril, 2014.

DINIZ, E. R.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S.; PETERNELLI, L. A.; BARRELLA, T. P.; FREITAS, G. B. Green manure incorporation timing for organically grown broccoli. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, p.199-206, 2007.

FERREIRA, A. C de. B; ANDRADE, M. J. B de; ARAÚJO, G. A de. A. Nutrição e adubação do feijoeiro. **Informe Agropecuário**, v. 25, n. 223, p. 61-72, 2004.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1035-1042, 2011.

FONTES, P. C. R. Nutrição mineral de plantas: avaliação e diagnose. Viçosa-MG, Arka. 2011.

GAMA-RODRIGUES, A. C.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; BRITO, E. C. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de plantas de cobertura em argissolo vermelho-amarelo na região noroeste fluminense (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 1421-1428, 2007.

HEINRICHS, R.; VITTI, G. C.; MOREIRA, A.; FIGUEIRÊDO, P. A. M.; FANCELLI, A. L.; CORAZZA, E. J. Características químicas de solo e rendimento de fitomassa de adubos verdes e de grãos de milho, decorrente do cultivo consorciado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.71-79, 2005.

MARTÍNEZ, H. E. P; CARVALHO, J. G.; SOUZA, R. B. Diagnose foliar. In: **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (5º Aproximação)**. RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G; ALVAREZ V..V. H. (eds). CFSEMG, p. 143-167, 1999.

MATHEIS, H. A. S. M.; AZEVEDO, F. A. de; VICTÓRIA FILHO, R. Adubação verde no manejo de plantas daninhas na cultura de citros. **Laranja**, v. 27, p. 101-110, 2006.

MATOS, E. S; MENDONÇA, E. S.; LIMA, P. C.; COELHO, M. S.; MATEUS, R. F.; CARDOSO, I. M. Green manure in coffee systems in the region of Zona da Mata, Minas Gerais: characteristics and kinetics of carbon and nitrogen mineralization. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2027-2035, 2008.

MOREIRA, G. B. L.; PEGORARO, R. F.; VIEIRA, N. M. B.; BORGES, I.; KONDO, M. K. Desempenho agrônômico do feijoeiro com doses de nitrogênio em semeadura e cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 8, p. 818–823, 2013.

OLIVEIRA, F.L.; GOSCH, M.; PADOVAN, M.P. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e decomposição de resíduos de leguminosas em solo de várzea do Estado do Tocantins, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, 2007.

OLIVEIRA, T. C. T.; SILVA, J. R.; FREITAS, M. S. C.; ARAÚJO, C. A. S.; LIMA, L. O. Produção de biomassa fresca e seca por diferentes leguminosas no Submédio São Francisco. **Resumos do VIII CBA. Cadernos de Agroecologia**, v. 8, n. 2, 2013.

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-de-porco para fins de adubação verde. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n. 3, p. 182-190, 2011.

PADOVAN, M. P.; MOTTA, I. S.; CARNEIRO, L. F.; MOITINHO, M. R.; SALOMÃO, G. B.; RECALDE, K. M. G. Pré-cultivo de adubos verdes ao milho em agroecossistema submetido a manejo ecológico no Cone Sul de Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n. 3, p. 3-11, 2013.

PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S.; JOSÉ GUERRA, J. G. M.; CECON, P. R. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 1, p. 35-40, 2004.

RIBAS, R. G. T.; SANTOS, R. H. S.; SIQUEIRA, R. G.; DINIZ, E. R.; PETERNELLI, L. A.; FREITAS, G. B. Decomposição, liberação e volatilização de nitrogênio em resíduos culturais de mucuna-cinza (*Mucuna cinerea*). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 4, p. 878-885, 2010.

RIBEIRO JÚNIOR, W. Q.; RAMOS, M. L. G. Fixação biológica de nitrogênio em espécies para adubação verde. In: **Cerrado: adubação verde**. CARVALHO, A. M.; AMABILE, R. F. 9 (eds) Embrapa Cerrados, p. 171-2011, 1996.

RIBEIRO, N. D.; MELLO, R. M.; COSTA, R. D.; SLUSZZ, T. Correlações genéticas de caracteres agromorfológicos e suas implicações na seleção de genótipos de feijão carioca. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.7, n. 2, p. 93-99, 2001.

SANTOS, A. B dos; FAGERA, N. K; SILVA, O. F da; MELO, M. L. B. Resposta do feijoeiro ao manejo de nitrogênio em várzeas tropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, p. 1265-1271, 2003.

SILVA, A. G. B.; GUERRA, J. G. M.; GONÇALVES JUNIOR, M.; COSTA, J. R.; ESPÍNDOLA, J. A. A.; ARAÚJO, E. S. Desempenho agrônômico de mucuna-verde em

diferentes arranjos espaciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 6, p. 603-608, 2011.

SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Org.) **Fertilidade do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 275-374. 2007.

SIMIDU, H. M.; SÁ, M. E.; SOUZA, L. C. D.; ABRANTES, F. L.; SILVA, M. P.; ARF, O. Efeito do adubo verde e época de semeadura sobre a produtividade do feijão, em plantio direto em região de cerrado. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 32, n. 2, p. 309-315, 2010.

SORATTO, R. P.; CARVALHO, M. A. C.; ARF, ORIVALDO. Teor de clorofila e produtividade do feijoeiro em razão da adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 9, p. 895-901, 2004.

SOUZA, L. C. D.; SÁ, M. E.; SILVA, M. P.; ABRANTES, F. L.; SIMIDU, H. M.; ARRUDA, N.; VALÉRIO FILHO, W. V. Efeito da adubação verde e época de semeadura de cultivares de feijão, sob sistema plantio direto, em região de cerrado. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 5, p. 699-708, 2012.

SUZUKI, L. E. A. S.; ALVES, M. C. Fitomassa de plantas de cobertura em diferentes sucessões de culturas e sistemas de cultivo. **Bragantia**, v. 65, p.121-127, 2006.

TEIXEIRA, C. M.; CARVALHO, G. J.; SILVA, C. A.; ANDRADE, M. J. B.; PEREIRA, J. M. Liberação de macronutrientes das palhadas de milheto, solteiro e consorciado com feijão-de-porco sob cultivo de feijão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 2, p. 497-505, 2010.

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.

TORRES, J. L. R.; SANTANA, M. J.; PIZOLATO NETO, A.; PEREIRA, M. G.; VIEIRA, D. M. S. Produtividade de feijão sobre lâminas de irrigação e coberturas de solo. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 4, p. 833-841, 2013.

VARGAS, T. O.; DINIZ, E. R.; SANTOS, R. H. S.; LIMA, C. T. A.; URQUIAGA, S.; CECON, P. R. Influência da biomassa de leguminosas sobre a produção de repolho em dois cultivos consecutivos. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 4, p. 562-568, 2011.