

PLANTIO DO FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.) EM UM SISTEMA AGROFLORESTAL EM SEROPÉDICA, RJ¹

David Castor Maxwel de Oliveira²

Eduardo Francia Carneiro Campello³

José Guilherme Marinho Guerra⁴

Alexander Silva de Resende⁵

Norma Gouvêa Rumjanek⁶

Resumo

Os sistemas agroflorestais (SAF) podem ser descritos como cultivos agroecológicos, onde a similaridade com as florestas em estrutura e função lhes confere uma maior sustentabilidade, tornando-os ambientalmente adequados para associar produção agrícola com conservação dos recursos naturais. Este estudo avaliou o cultivo de feijão comum variedade Constanza em um SAF com 10 anos de implantação. O experimento estava localizado no Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, no município de Seropédica, RJ. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso com cinco tratamentos e quatro repetições, com parcelas de 9 m x 9 m cada, totalizando 1.620 m². Em todos os tratamentos, existiam açaizeiros plantados no espaçamento de 3 m x 3 m ao longo de todas as parcelas que também continham, cada uma, um indivíduo de mogno africano no centro. Os tratamentos foram compostos por adubações verdes das seguintes fontes: *Acaciella angustissima* (Mill.) Kuntz., *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. e *Canavalia ensiformis* (L.) DC., além dos controles: tratamento com adição de torta de mamona por cobertura e controle com vegetação espontânea. Para o plantio do feijão, as parcelas foram subdivididas e a metade foi inoculada com extrato de nódulos do próprio feijoeiro e a outra metade não inoculada. A adubação verde foi eficiente na ciclagem de nutrientes ao solo, aumentando o teor da maioria dos elementos em relação à vegetação espontânea, além de aumentar a produção do feijoeiro. A inoculação com extrato de nódulos foi capaz de aumentar a nodulação do feijoeiro, porém não aumentou a produção de grãos.

Palavras-chave: Fixação biológica de nitrogênio. Ciclagem de nutrientes. Manejo da biomassa vegetal.

BEAN PLANTATION (*Phaseolus vulgaris* L.) UNDER AN AGROFORESTRY SYSTEM IN SEROPÉDICA, RJ

Abstract

Agroforestry systems (ASF) are viewed as an agroecological crop by their similarity to the forest structure and function. They show more sustainability than conventional crops, and the production systems are comprehensive to the environment. This study evaluated an AFS ten years after plantation to obtain information about how nitrogen-fixing legumes influenced soil fertility and common-bean production. The AFS was located at Embrapa Agrobiologia Experimental Field, at Seropédica city, Rio de Janeiro state. The statistical was randomized blocks with five treatments and four replications with 9 m x 9 m plots and a total area of 1.620 m². *Euterpe oleraceae* Mart. planted in a 3 m x 3 m spacing with one plant of *Khaya grandifoliola* C. DC. at the plot center. The treatments were green manure crops between the lines, such as *Acaciella angustissima* (Mill.) Kuntz., *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. and *Canavalia ensiformis* (L.) DC., nitrogen fertilization with castor cake and spontaneous vegetation. Green manure efficiently provided nutrients to the soil, increased the content of most elements concerning spontaneous vegetation, and increased the common-bean production. Extract nodules inoculation showed the capacity to increase nodulation and nitrogen content in common beans plants but did not increase the grain production.

1 Este trabalho faz parte da Dissertação do primeiro autor intitulada "Plantio do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em um Sistema Agroflorestal com Açaí, Mogno Africano e Leguminosas Arbóreas Implantado há 10 anos em Seropédica, RJ" do Programa de Pós-graduação em Agricultura Orgânica (Parceria: UFRRJ, Embrapa Agrobiologia e Pesagro-Rio).

2 Mestre em Agricultura Orgânica pela UFRRJ. E-mail: davidcastormax@hotmail.com

3 Pesquisador da Embrapa Agrobiologia. E-mail: eduardo.campello@embrapa.br

4 Pesquisador da Embrapa Agrobiologia. E-mail: guilherme.guerra@embrapa.br

5 Pesquisador da Embrapa Agrobiologia. Email: alexander.resende@embrapa.br

6 Pesquisadora da Embrapa Agrobiologia. Email: norma.rumjanek@embrapa.br

Keywords: Biological nitrogen fixation. Nutrient cycling. Management of plant biomass.

1 Introdução

O mundo vive hoje um quadro grave e preocupante de degradação ambiental, causado diretamente pela retirada da cobertura vegetal original das paisagens. Essa degradação das condições ambientais é consequência, na grande maioria dos casos, de atividades antrópicas, dentre elas a expansão das fronteiras agropecuárias, que representam cerca de 69% das áreas degradadas no mundo (MYERS *et al.*, 2000). Em razão disso, práticas agroecológicas tornam-se relevantes, pois oferecem caminhos alternativos para uma melhor conservação dos recursos naturais. Sobretudo, permitem a produção agrícola sem o uso de agrotóxicos, gerando alimentos de qualidade e sempre visando à melhoria das condições ambientais locais.

Os sistemas agrofloretais (SAF) se encaixam nessa forma de cultivo ecológico, onde a maior proximidade com as florestas em termos de estrutura e função confere um maior equilíbrio ao ecossistema. O componente arbóreo, utilizado nos SAF, pode possuir múltiplos usos e é elemento obrigatório para a aproximação com a estrutura florestal. Esses sistemas podem ser usados tanto para recomposição da cobertura florestal de uma área, quanto para cultivar alimentos durante o crescimento das arbóreas, oferecendo uma desejável sustentabilidade ao sistema de produção. Além disso, os SAF podem ser uma estratégia para manter o cultivo de plantas alimentícias em locais impactados pelas mudanças climáticas ao mitigar os efeitos do aquecimento global. Uma vez que plantar árvores é uma das formas mais eficientes de se sequestrar carbono atmosférico e reduzir problemas já evidentes, como enchentes, secas e aumento da temperatura em todo o planeta (BASTIN *et al.*, 2019).

A legislação brasileira permite o uso de espécies exóticas em projetos de recomposição florestal, em áreas de reserva legal e de forma mais restrita em áreas de preservação permanente em propriedades rurais de até 4 módulos fiscais. Contudo, as áreas restauradas devem ser manejadas para que o sistema apresente ao final características mais próximas das florestas originais ali encontradas.

As leguminosas arbóreas são grandes facilitadoras na implantação de reflorestamentos, e também nos casos em se busca alcançar uma produção agrícola sustentável em hortas e pomares. Uma vez que um grande número de espécies de leguminosas possui características desejadas, como rápido crescimento, provedoras de sombra, produtoras de biomassa, capacidade de rebrota, produtos madeireiros e não madeireiros, entre outros.

Os SAF podem possuir desenhos supercomplexos, com vários estratos e com alta riqueza de espécies, ou com uma combinação de espécies mais simples. Quanto mais complexo, mais difícil é quantificar os benefícios de cada espécie, tornando o manejo complicado e arriscado pela falta de entendimento completo do sistema, e aumentando as chances de falhas nas etapas de manejo. Assim, deve-se escolher as espécies com critérios bem definidos, além de ser necessário um constante manejo e monitoramento do comportamento das espécies presentes para se garantir o sucesso.

A adubação verde é considerada uma prática de manejo orgânico que busca promover benefícios ao sistema produtivo por meio da utilização de espécies que reúnam uma série de características desejadas, apresentando potencial para melhorar as características químicas, físicas e biológicas do solo. Grande parte das espécies da família Fabaceae possui características que tornam a sua utilização recomendada no processo de adubação verde, devido principalmente, à associação com bactérias fixadoras de nitrogênio, aumentando a sustentabilidade ambiental.

O feijoeiro é muito utilizado em SAF em etapas ou situações em que há pouco sombreamento porque se encaixa muito bem nas entrelinhas das aleias de árvores, além de possuir grande demanda e importância socioeconômica no Brasil e ser uma das principais fontes de proteínas e minerais na dieta da população brasileira.

O presente trabalho visou o manejo de um SAF e o aproveitamento do espaço aberto com o desbaste de *Acaciella angustissima* (Mill.) Kuntze e *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. como tratamentos de adubação verde para o plantio do feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.), variedade Constanza em todas as parcelas. Com isso foi possível avaliar a produção do feijão em um SAF após 10 anos de implantação suplementado com diferentes tipos de adubos verdes.

2 Material e Métodos

2.1 Local de estudo

O experimento foi implantado no Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia (Terraço), no município de Seropédica (coordenadas 22° 45' S e 43° 42' O e altitude de 33 m), Estado do Rio de Janeiro, Brasil. O solo no local é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo (PAULA, 2008). O clima é classificado como Aw segundo o modelo de Köppen, sendo, tropical subúmido, com a temperatura média anual da região de 22,7 °C e a precipitação média anual de 1.291,7 mm, dados fornecidos pela Estação Meteorológica “Ecologia Agrícola da Pesagro-Rio/INMET”.

2.2 Delineamento experimental

A área experimental foi composta por 20 parcelas com dimensões de 9 m x 9 m cada, totalizando 1.620 m². Foi adotado o delineamento experimental em blocos ao acaso com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos constituíram-se de diferentes coberturas do solo nas entrelinhas dos açazeiros (*Euterpe oleraceae* Mart.). Essas coberturas foram: 1- Acácia (*Acaciella angustissima* (Mill.) Kuntze); 2 - Gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.); 3- Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.); 4 - vegetação espontânea, com adubação nitrogenada e 5 - vegetação espontânea, sem adubação.

As aleias de acácia e gliricídia foram implantadas em maio de 2004. As mudas de açaí foram plantadas em outubro de 2005, no espaçamento de 3 m x 3 m, correspondendo a 16 plantas por parcela, em um total de 208 plantas. Foi feita uma adubação no plantio do açaí da acácia e da gliricídia com 100 g de fosfato de rocha (30 kg ha⁻¹ P₂O₅) e 10 g de FTE-BR12 na cova. Em agosto de 2006 foi realizada a adubação de cobertura com 300 g de termofosfato (130 kg ha⁻¹ P₂O₅) e 50 g de sulfato de potássio (60 kg ha⁻¹ K₂O) em todos os tratamentos, e de 45 g de ureia (50 kg ha⁻¹ N) apenas nas parcelas referentes ao tratamento com N sintético. Em 2006 foi plantada a espécie florestal mogno africano (*Khaya grandifoliola* C. DC.) no centro das aleias correspondendo a um indivíduo por parcela (PAULA, 2008).

2.4 Fertilidade do solo

Foram recolhidas três amostras de solo aleatórias em cada parcela, formando uma amostra composta. As profundidades avaliadas foram de 0-10 cm e 10-20 cm, totalizando 40 amostras compostas com a amostragem realizada em novembro de 2014. Uma nova coleta de solo, usando o mesmo critério de amostragem foi realizada em novembro de 2015 após a deposição dos adubos verdes e o plantio do feijão. As amostras de solo foram secas ao ar livre, destorroadas e peneiradas em peneira de 2 mm (TFSA) e a análise de fertilidade do solo foi avaliada conforme descrito em Manual da Embrapa (EMBRAPA, 1997). Para comparação dos resultados entre as duas ocasiões de amostragem foi necessário que na coleta feita antes da deposição dos adubos verdes se utilizasse a média dos valores encontrados nas profundidades de 0–10 cm e 10-20 cm, visto que amostragem após a deposição só foi feita na profundidade de 0-20 cm.

2.6 Plantio de feijão-de-porco

No lugar da *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth., plantada na fase inicial do experimento que durou até maio de 2008 e que estava praticamente ausente do SAF, foi plantado o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.) em 11/12/2014, reformando o estrato herbáceo de adubação verde em todas as parcelas deste tratamento. O espaçamento entre sulcos foi de 50 cm e cada metro nas linhas recebeu 12 sementes, totalizando 18 linhas por parcela e 162 m.

2.7 Manejo dos adubos verdes

Os adubos verdes de acácia e gliricídia foram manejados no período de 14/04/2015 a 30/04/2015. O manejo consistiu na derrubada das árvores de gliricídia e acácia, que após muitos anos sem manejo, atingiram portes de até 10 m de altura (Figura 1 A e B). Todo material com diâmetro até 05 cm foi pesado para amostragem de matéria fresca e disposta em leiras nas entrelinhas das parcelas.



Figura 1. Vista geral do experimento de SAF com tratamentos de adubação verde, antes do manejo das parcelas (A) e após o manejo das parcelas, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ. Fonte: David C. M. de Oliveira (2015).

O material com diâmetro maior que 5 cm foi separado e cubado para determinação do volume estéreo de madeira. O feijão-de-porco foi roçado, pesado para amostragem de matéria fresca e depositado nas parcelas. Todas as plantas que surgiram espontaneamente foram cortadas neste mesmo momento do manejo, pesadas e enleiradas juntamente com a biomassa da adubação verde (Figura 2).



Figura 2. SAF após o manejo das parcelas, destacando estipes de açaí que permaneceram e o enleiramento da biomassa vegetal nas parcelas para o plantio de feijão, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ. Fonte: David C. M. de Oliveira (2015).

2.8 Plantio de feijão

Como uma cultura adicional do SAF visando a aproveitar o espaço aberto pelo manejo do sistema e avaliar o efeito dos tratamentos de adubação verde foi plantado feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), variedade Constanza em todas as parcelas. A sementeira foi realizada manualmente, um dia após a correção do solo de acordo com a análise de solo, no dia 21/05/2015. Nenhuma parcela recebeu adubação nitrogenada antes do plantio. Os corretivos e fertilizantes utilizados em todos os tratamentos foram Mineral 1 Mg ha⁻¹, 90 kg ha⁻¹ de P proveniente do termofosfato, micronutrientes FTE BR12 40 kg ha⁻¹ e 40 kg ha⁻¹ de K proveniente do sulfato de potássio. O sulfato de potássio foi dividido em duas doses sendo a primeira no dia anterior ao plantio e a segunda aos 36 dias após o plantio. Os tratos culturais em relação aos fertilizantes aplicados no feijoeiro e para as podas e aporte de biomassa foram realizados respeitando-se as normas e legislação para a prática da agricultura orgânica.

Para inoculação das plantas todas as parcelas de 9 m x 9 m foram subdivididas, sendo metade inoculada e a outra metade não inoculada. A posição da parte inoculada foi escolhida aleatoriamente no bloco e todas as subparcelas inoculadas seguiram o mesmo lado dentro do bloco. Cada parcela ficou composta de uma subparcela com feijões inoculados com extrato de raízes e uma subparcela controle.

Os feijões foram plantados entre as leiras de biomassa proveniente do SAF em seis linhas duplas espaçadas 0,5 m entre si. Entre as linhas duplas de feijão havia 1 m de espaçamento onde foi depositada a biomassa fresca proveniente da parcela (Figura 3). O experimento foi irrigado sempre que não ocorriam chuvas por mais de uma semana. Após a sementeira não foram feitas capinas nem controle de pragas e doenças.



Figura 3. Visão geral do experimento com os feijões após 28 dias de plantio, Campo Experimental, Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ. Fonte: David C. M. de Oliveira (2015).

2.8.1 Avaliação da nodulação do feijoeiro

Foram colhidas quatro plantas, aleatoriamente, por subparcela com pelo menos 0,5 m distante de qualquer borda, totalizando 160 plantas colhidas, para avaliação da intensidade da nodulação. As plantas foram coletadas no dia 25/06/2015, aos 35 dias após o plantio do feijoeiro (DAPF), sendo que boa parte das plantas do experimento já estava em floração. Assim, na colheita, tentou-se evitar pegar plantas muito floridas, por causa da senescência dos nódulos. Os sistemas radiculares foram acondicionados em sacos plásticos e transportados para o laboratório da Embrapa Agrobiologia. As raízes foram lavadas para a avaliação da nodulação. A parte aérea foi seca em estufa de circulação forçada a 65 °C para posterior moagem e análise do teor de N presente no tecido vegetal.

2.8.2 Adubação nitrogenada

Aos 36 DAPF as parcelas com adubação nitrogenada externa receberam 40 kg ha⁻¹ de N provenientes da aplicação de torta de mamona em cobertura no solo em torno do coleto das plantas. Já nas parcelas de acácia e de gliricídia, podas foram realizadas na mesma ocasião e o material foi disposto no espaço de 0,5 m entre as linhas duplas (Figura 4 A e B).



Figura 4 - Biomassa vegetal da 2ª poda nas parcelas de acácia (A) e nas parcelas de gliricídia (B) do SAF depositadas nas linhas duplas de feijão (34 DAPF), Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ. Fonte: David C. M. de Oliveira (2015).

2.8.3 Avaliação da produção e produtividade de grãos de feijão

Para se obter medidas de produção do feijoeiro inicialmente foi delimitada uma área de 4 m², consistindo em 2 m lineares de duas linhas duplas (quatro linhas de 2 m no total) na parte central de cada subparcela. A colheita do feijão foi realizada no dia 18/08/2015, totalizando 89 DAPF. As plantas colhidas foram acondicionadas em sacos de algodão até a realização das contagens. As vagens já estavam bem secas em sua maioria, dispensando a secagem. Das plantas colhidas na área de 4 m² foi contado o número de plantas e o número de vagens. As vagens foram triadas manualmente e os grãos foram pesados, obtendo-se o total da produção dos 4 m². A parte aérea foi seca e pesada para a realização do índice de colheita (IC) obtido entre a razão do peso dos grãos e o peso da parte aérea. Dessa produção foram retiradas 100 sementes por subparcela para fazer a pesagem e a secagem para correção de umidade. Com base nesses dados foi possível determinar o número de vagens por planta, o número de grãos por vagem e a massa de 100 grãos. Somente para avaliação da produtividade foram colhidos mais 6 m², consistindo em 3 m lineares de duas linhas duplas adjacentes as duas linhas centrais das subparcelas. Os grãos foram pesados e somados com a produção dos 4 m² totalizando 10 m² por subparcela.

2.9 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott (5%) utilizando o programa estatístico Sisvar[®] (FERREIRA, 2011).

3 Resultados e Discussão

3.1 Análise química do solo

Com intuito de avaliar a influência dos tratamentos na fertilidade do solo após 10 anos de cobertura, fez-se as análises químicas em duas profundidades. A maioria dos elementos analisados foi superior na camada superficial. Apenas o Al^{+3} teve comportamento inverso. O pH praticamente não se alterou com a profundidade (Tabela 1).

Tabela 1. Análise química do solo em duas profundidades antes do desbaste das plantas, por tratamentos de adubação verde, amostras coletadas em 11/2014 no SAF, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica – RJ.

Trat	Prof.	Al	Ca	Mg	K	P	C	N	pH
		-----cmolc dm ⁻³ -----			----- (mg l ⁻¹) -----		----- (%) -----		
AC	0-10	0,37	1,79	1,00	69,01	3,83	1,05 a	0,15 a	4,63
	10-20	0,43 a	1,28	0,84	39,63	2,12	0,77	0,11	4,86
FE	0-10	0,36	1,32	0,89	57,02	4,51	0,78 b	0,12 b	4,97
	10-20	0,64 b	0,69	0,52	27,20	2,63	0,63	0,09	4,67
G	0-10	0,27	1,68	1,12	63,47	5,83	0,98 a	0,13 b	4,93
	10-20	0,44 a	1,18	0,77	35,30	3,55	0,73	0,10	4,72
N	0-10	0,26	1,69	0,92	49,38	4,42	0,86 b	0,12 b	5,19
	10-20	0,33 a	1,33	0,77	33,91	3,19	0,68	0,10	4,99
VE	0-10	0,33	1,48	1,13	51,92	5,49	0,88 b	0,12 b	4,90
	10-20	0,45 a	1,22	0,76	30,06	7,81	0,75	0,10	4,86
CV (%)	0-10	40,02	31,49	28,01	27,66	120,47	13,72	7,68	4,6
	10-20	26,56	17,3	12,57	16	66,68	10,87	7,89	4,48

AC = acácia; FE = feijão-de-porco; G = gliricídia; N = adubação nitrogenada; VE = vegetação espontânea, controle. ⁽¹⁾ Em cada coluna, médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si em relação aos diferentes tratamentos pelo teste de Scott-Knott ($p > 0,05$).

Os dados que não possuem letras não tiveram diferenças estatísticas.

Na profundidade de 10 - 20 cm não foram encontradas diferenças entre os tratamentos, com exceção para Al no tratamento com feijão-de-porco (FE), indicando que a deposição do material orgânico pela queda espontânea do material vegetal do adubo verde ao longo dos anos, atuou de forma mais efetiva na camada de 0 - 10 cm do solo (Tabela 1).

No pré-manejo, ou seja, antes do corte dos tratamentos de adubação verde quando a análise do solo foi feita de 10 - 20 cm de profundidade, não foi possível encontrar diferenças estatísticas nos níveis de nutrientes entre os tratamentos (com exceção para o alumínio) (Tabela 1). Todavia, as análises na camada 0 - 10 cm apresentaram algumas diferenças como nos teores de C e N, com maiores valores associados a adubações verdes. Mostrando que mesmo sem manejo é possível ver que a diferença na ciclagem de nutrientes por meio da adubação “natural”, composta por queda espontânea do material vegetal em camadas mais superficiais pode ser vantajosa (Tabela 1).

O efeito mais pronunciado das árvores sobre a fertilidade do solo tem sido observado quando as espécies usadas são leguminosas com capacidade para fixar o N do ar atmosférico (CARVALHO et al., 2003). No presente estudo somente a acácia se diferenciou dos demais tratamentos em relação ao teor de nitrogênio, sugerindo a eficiência dessa espécie arbórea para esse fim, mesmo sem manejo da parte aérea, pois ela deposita grande quantidade de folíolos sobre o solo durante todo o ano. Paula et al. (2015) trabalhando na mesma área encontraram teores de N na serapilheira de acácia 17% mais altos do que na de gliricídia.

Em relação ao K e P, não houve diferenças significativas entre os tratamentos no pré manejo na camada superficial de 0 - 10 cm de profundidade. Carvalho et al., (2003) em Juiz de Fora, MG, verificaram efeito das árvores melhorando as características químicas do solo, mesmo sem poda ou manejo, principalmente para as camadas mais superficiais (0 - 10 cm), e detectaram aumento de alguns elementos para maiores profundidades, que somente se diferenciam com muito tempo após o plantio. A maioria dos elementos apresentou maiores concentrações na análise pós manejo da biomassa, comprovando que o manejo com podas e a incorporação como a cobertura de qualquer vegetação incluindo a espontânea tem um papel relevante no aporte de nutrientes ao solo (Tabela 2).

Tabela 2. Análise química do solo pré (11/2014) e pós (11/2015) manejo da biomassa e o plantio da cultura de interesse, realizada a 0-20 cm de profundidade, no SAF, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica – RJ.

Trat	Período	Al	Ca	Mg	K	P	C	N	pH
		----- (cmolc dm ⁻³) -----			----- (mg l ⁻¹) -----		----- (%) -----		
AC	Pré	0,40 a B	1,54 B	0,92 A	54,32 B	2,98	0,91 B	0,13 B	4,74 B
	Pós	0,18 A	2,52 A	1,02 b A	87,63 b A	6,10	1,40 a A	0,15 a A	5,05 c A
FE	Pré	0,50 b B	1,00 B	0,70 B	42,11 B	3,57	0,71 B	0,10 A	4,82 B
	Pós	0,11 A	2,13 A	1,08 b A	79,00 b A	4,57	1,04 b A	0,11 b A	5,31 b A
G	Pré	0,35 a B	1,43 B	0,94 B	49,38 B	4,69	0,85 B	0,11 B	4,82 B
	Pós	0,04 A	2,84 A	1,51 a A	130,75 a A	8,14	1,48 a A	0,15 a A	5,44 a A
N	Pré	0,29 a B	1,51 B	0,85 B	41,64 B	3,81	0,77 B	0,11 A	5,09 B
	Pós	0,05 A	2,54 A	1,71 a A	81,38 b A	11,07	1,12 b A	0,12 b A	5,65 a A
VE	Pré	0,39 a B	1,35 B	0,94 B	40,99 B	6,65	0,81 B	0,11 A	4,88 B
	Pós	0,05 A	2,44 A	1,34 a A	95,25 b A	10,47	1,19 b A	0,13 b A	5,45 a A
CV (%)	Pré	32,51	13,05	21,87	26,61	77,37	11,34	10,3	3,19
	Pós	36,44	18,04	14,31	30,48	64,5	17,52	13,02	2,38

AC = acácia; FE = feijão-de-porco; G = gliricídia; N = adubação nitrogenada; VE = vegetação espontânea, controle. ⁽¹⁾ Em cada coluna, médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si em relação aos diferentes tratamentos pelo teste de Scott-Knott ($p > 0,05$). As letras maiúsculas são relacionadas ao mesmo tratamento, com os diferentes tempos de manejo. Médias seguidas por mesma letra maiúscula não diferem entre si em relação ao período de amostragem dentro de cada tratamento.

Os tratamentos com adubação verde arbórea foram os únicos que apresentaram diferenças no teor de N entre o pré e pós manejo da biomassa, o que não ocorreu com as espontâneas, nem com o feijão-de-porco, apesar de todos os tratamentos terem obtido um pequeno aumento.

A biomassa verde aportada por hectare no desbaste dos tratamentos foi de 45,14 Mg para AC, 48,68 Mg para G, 7,05 para FE e na VE não foi quantificada, mas o volume do material era equivalente do FE e no tratamento N mineral a dosagem foi de 40 kg ha⁻¹. Os valores de N ingressados no sistema após a adubação verde com arbóreas foram bem superiores aos demais tratamentos, tomando-se como estimativa geral de cerca de 30% de matéria seca total e teores de N em torno de 3% na leguminosas, (valores encontrados por Paula et al., (2015) na mesma área). Cavalcante et al., (2012) obtiveram um teor de N superior nas adubações verdes, fato corroborado no presente estudo, visto que o teor de N no solo foi superior estatisticamente com a adubação verde arbórea. O único nutriente que não apresentou diferença significativa entre os tratamentos e períodos de manejo foi o P.

Favero et al. (2000) apontavam que as espécies espontâneas podem promover os mesmos efeitos de cobertura do solo, produção de biomassa e ciclagem de nutrientes que as espécies introduzidas ou cultivadas para adubação verde. No presente estudo, também no tratamento com espontâneas, os teores da maioria dos nutrientes analisados aumentaram estatisticamente com os tempos de manejo. Carvalho et al. (2003) afirmaram que a deposição gradativa de estruturas vegetais ao solo serve para melhorar a fertilidade do solo, e, dessa forma, contribuir para eliminar uma das principais causas de degradação que é a deficiência de nutrientes no solo.

O solo sob acácia e feijão-de-porco apresentou menores valores de Mg em relação aos demais tratamentos na análise do pós manejo. Em relação ao pH, todos os tratamentos se beneficiaram do manejo e tiveram uma redução de acidez, com o aporte de nutrientes como Ca, Mg e K, presentes na biomassa vegetal (Tabela 2).

No trabalho de Paula et al. (2015), correspondente a exatamente o mesmo experimento 10 anos antes, ambas as espécies, acácia e gliricídia, apresentaram boa produção de biomassa e rápida liberação de nutrientes. Von Osterroht (2002) diz que os adubos verdes podem ter diversas ações sobre a fertilidade do solo, como o aumento do teor de matéria orgânica do solo; a diminuição da toxicidade do Al, pelo aumento de complexificação deste e elevação do pH; a extração e mobilização de nutrientes das camadas mais profundas do solo e subsolo, tais como Ca, Mg, K, P; a extração do fósforo fixado; e a fixação do N atmosférico de maneira simbiótica pelas leguminosas. Com o manejo da biomassa realizado antes do plantio de feijão é possível que vários desses processos possam ter ocorrido, vide a melhoria observada na fertilidade do solo em relação às condições de pré-manejo (Tabela 2). No caso do P não houve diferenças com o manejo, indicando que nenhum dos tratamentos foi eficiente em ciclar o P, e em relação ao Mg, os teores foram menores na maioria das parcelas com adubação, indicando uma imobilização deste elemento nas estruturas das plantas cortadas e aportadas ao solo.

3.2 Análises de produção do feijoeiro

A maioria das variáveis na produção do feijão avaliadas não diferiu estatisticamente entre os tratamentos inoculados e não inoculados. Somente os tratamentos com feijão-de-porco, N mineral e vegetação espontânea favoreceram a nodulação (Tabela 3). O tratamento não inoculado produziu mais número de grãos total e por vagem do que inoculado na cobertura de gliricídia. O número de plantas não apresentou diferenças estatísticas quando comparado nas diferentes coberturas, e não sofreu efeito da inoculação, indicando que o plantio foi feito de forma homogênea e com poucas falhas. A falta de efeito da inoculação pode ter sido devido à oferta de N nos tratamentos com adubação verde e mesmo no tratamento com vegetação espontânea (Tabela 3).

Tabela 3. Avaliação de variáveis de produção de feijão e nodulação de plantas por tratamento no SAF, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica – RJ.

Trat	I/ NI	IC	NOD	Nº PL	Nº VAGT	VAG/PL	Nº GT	Nº GV	P100
AC	I	0,21 b	9,00 A	62,75	388,5 a	6,21 a	947,90 a A	2,46 a A	75,96
	NI	0,21 b	5,75 A	67,25	385,5 a	5,83 a	1012,92 a A	2,62 a A	78,59
FE	I	0,39 b	11,25 A	70,50	263,25 b	3,79 b	603,89 b A	2,27 a A	74,67
	NI	0,43 b	5,75 B	71,5	239,5 b	3,33 b	531,09 c A	2,21 b A	72,93
G	I	0,48 b	9,75 A	64,50	256,5 b	3,91 b	519,02 b B	2,09 b B	73,83
	NI	0,29 b	7,50 A	62,25	289 b	4,63 a	743,79 b A	2,57 a A	71,51
N	I	0,87 a	11,50 A	66,75	124,75 c	1,92 c	232,59 c A	1,79 b A	70,46
	NI	0,97 a	7,25 B	70,50	124 c	1,75 b	229,75 d A	1,84 b A	77,30
VE	I	0,61 a	12,00 A	62,75	163,75 c	2,66 c	329,09 c A	1,85 b A	71,06
	NI	0,86 a	6,25 B	71,75	157,25 c	2,14 b	345,03 d A	2,04 b A	69,46
CV (%)	I	59,34	18,53	9,22	34,68	33,07	35,5	16,53	20,27
	NI	32,24	25,3	10,91	18,06	27,98	18,06	11,98	13,7

I = inoculado; NI = não inoculado; AC = acácia; FE = feijão-de-porco; G = gliricídia; N = adubação nitrogenada; VE = vegetação espontânea ou controle; IC = Índice de colheita; NOD= nódulos por planta; Nº PL = número de plantas; Nº VAGT = número total de vagens; VAG/PL= número de vagens por planta; Nº GT = número de grãos total; Nº GV= número de grãos por vagem; P. 100 = peso de 100 sementes; ⁽¹⁾Em cada coluna, médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p > 0,05$). As letras maiúsculas são referentes a análise na subparcela para cada tratamento inoculado e não inoculado. Os valores que não possuem letras não tiveram diferenças estatísticas.

A adubação verde exerce controle sobre a vegetação espontânea e reduz a necessidade de capinas. No SAF, não só nos tratamentos com adubos verdes, mas no cultivo do feijão, no geral, não necessitou de uma capina sequer. Na fase de maturação dos grãos, os capins estavam começando a emergir por baixo dos feijoeiros, mas não foram prejudiciais no rendimento dos grãos. O sombreamento das espécies arbóreas, ao longo dos 10 anos, reduziu a presença de gramíneas que permaneceram somente no entorno do experimento. A adubação verde arbórea é sabidamente capaz de controlar espécies invasoras devido ao sombreamento exercido que restringe não só a emergência do banco de sementes presente, como também proporciona maior umidade ao solo (RICCI; RODRIGUES, 2009). Dessa forma, as plantas que surgiram tinham crescimento mais lento e ou baixa competitividade e, dessa forma, o feijoeiro conseguiu se sobressair.

A produtividade da cultura do feijão respondeu às adubações verdes, sendo que o aporte da biomassa das acácias obteve as maiores produções, independente dos tratamentos de inoculação. A inoculação não apresentou ganhos significativos e em alguns tratamentos, como no caso da acácia e gliricídia, houve reduções na produção do feijoeiro de 221,89 kg e 373,59 kg, respectivamente (Tabela 4). A inoculação pode ter sido um custo energético maior para as plantas de feijão, visto que em função das grandes quantidades de biomassa aportada ao solo rica em N, este elemento não representou um fator limitante para esses tratamentos.

As parcelas com gliricídia, mesmo com uma maior produção de biomassa apresentaram produções de feijão mais baixas do que quando comparadas com a adubação arbórea da acácia, e menor do que o tratamento com feijão de porco. A disponibilidade do material aportado ao feijoeiro foi diferente, enquanto a gliricídia mantém a sua folhagem por um período mais longo e necessita ser podada, a acácia deposita durante diversos períodos do ano ao solo, pode ser essa disponibilidade de material orgânico um dos fatores que contribuiu para esses resultados. De fato, o tratamento de acácia foi o que proporcionou maiores transformações no solo ao longo dos anos, porém se dependesse somente da melhora da fertilidade do solo acumulada ao longo dos anos a gliricídia deveria ter se sobressaído mais que o tratamento de feijão-de-porco, fato que não ocorreu. Um outro aspecto provém da alta brotação da gliricídia, que pode ter prejudicado o feijoeiro em um período crucial do seu desenvolvimento, reduzindo assim sua produção de parte aérea devido ao sombreamento e à demora para se detectar o melhor momento para a realização da segunda poda das

aleias. Ricci e Rodrigues (2009), em seu trabalho na Fazendinha Agroecológica km 47, no município de Seropédica, RJ, comprovaram que os feijões a pleno sol e os que estavam sob copas ralas tiveram maior produção do que os que foram sombreados por gliricídia.

Tabela 4. Avaliação da produção de grãos de feijão por tratamento no SAF, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ.

Tratamentos	Produção (kg ha ⁻¹)	
	Inoculado	Não Inoculado
AC	1.796,90 a	2.018,79 a
FE	1.189,36 b	1.090,04 b
G	780,30 c	1.153,89 b
N	463,48 c	376,93 c
VE	650,59 c	615,24 c
CV %	41,21	25,5

AC = acácia; FE = feijão-de-porco; G = gliricídia; N = adubação nitrogenada; VE = vegetação espontânea. ⁽¹⁾ Em cada coluna, médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p > 0,05$). Não houve diferença entre tratamentos inoculados e não inoculados.

No estudo de Oliveira et al. (2002), com diversas adubações verdes na área experimental do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, observou-se que o uso de feijão-de-porco propiciou o melhor desenvolvimento dos feijoeiros comuns e produção de grãos de maior tamanho quando cultivados sobre a palhada dessa leguminosa. De fato, o feijão-de-porco no SAF apresentou bons parâmetros de produção do feijão, sendo alguns valores até mesmo maiores estatisticamente do que o tratamento de gliricídia, mas nenhum tratamento apresentou diferença em relação ao tamanho do grão, pois não houve diferença estatística no peso de 100 sementes.

Em relação ao número de vagens, vagens por planta e número de grãos total, tanto o inoculado quanto o não inoculado apresentaram resultados parecidos, onde as parcelas que continham adubação verde, principalmente por arbóreas, tiveram os maiores valores, com destaque para acácia, que apresentou os maiores valores de todos os parâmetros avaliados em relação à produção do feijoeiro. Em razão, possivelmente, desta espécie ter melhorado a fertilidade do solo ao longo dos anos, principalmente, nas camadas mais superficiais, que são justamente as camadas mais exploradas pelas plantas herbáceas.

Nem a adubação de cobertura, nem a inoculação influenciaram no número de vagens. Somente os tratamentos não inoculados apresentaram parâmetros superiores em número de grãos por vagem, porém o feijão-de-porco não se diferenciou, estatisticamente, do controle e da adubação nitrogenada.

A produção de vagens por planta foi maior no tratamento de acácia sendo superior a adubação verde com feijão-de-porco. Em relação ao número de grãos o mesmo padrão foi encontrado, porém, a gliricídia, que é uma adubadora arbórea, foi inferior ao feijão-de-porco na ordem de produtividade.

Ao avaliar a produção de grãos de feijão em cada tratamento do SAF foi possível constatar uma maior produção nas parcelas que continham adubação verde como forma de fornecimento de nutrientes em cobertura. O tratamento de acácia apresentou os maiores valores em relação a todos os outros, diferindo estatisticamente, mesmo quando comparado com a gliricídia que apresentou os maiores valores de biomassa verde. Esses resultados sugerem a eficiência das adubações verdes empregadas na produção de feijão, pois todas apresentaram maiores valores quando comparadas com a adubação nitrogenada e o tratamento controle. O tratamento de adubação nitrogenada e o controle não apresentaram diferenças estatísticas em relação à produção do feijoeiro, além de apresentarem os valores mais baixos. Esse resultado indica que a adubação em cobertura de torta de mamona na quantidade de 40 kg ha⁻¹ de N foi ineficiente e poderia ser dispensada.

Didonet et al. (2009), em Santo Antônio de Goiás, GO, não encontraram diferenças na produtividade de grãos de feijão relacionadas às plantas de cobertura. Esse fato difere do encontrado no presente trabalho, visto que houve grandes diferenças de produção em relação às diferentes coberturas. O potencial da adubação verde em beneficiar a produção do feijão resultou em valores superiores à média nacional, com destaque para o tratamento com acácia, que chegou a registrar uma produção 5,36 vezes mais maior que o tratamento com adubação nitrogenada, observando-se os tratamentos não inoculados (IBGE, 2020).

Um outro fator importante é a sincronia da liberação de nutrientes com a absorção das plantas (MENDONÇA; STOTT, 2003; CAMPELLO et al., 2006; PAULA et al., 2015). Além da adubação natural composta pela queda do material vegetal ter melhorado inicialmente o solo, a acácia pode ter liberado nutrientes para o feijoeiro exatamente na época que a cultura estava precisando, ocorrendo um bom crescimento, visto que a análise química do solo após o manejo não mostra uma vantagem da acácia sobre a gliricídia, e a biomassa dessa última foi maior do que a de acácia. Por causa da maior variabilidade do material das leguminosas arbóreas, com materiais finos e grossos, é possível que a disponibilização mais prolongada de nutrientes tenha propiciado uma melhor produção, coincidindo com os períodos

de maior exigência da cultura. Com a análise química foi possível ver um aumento geral no teor de nitrogênio de todas as parcelas, porém, as únicas que se diferenciaram estatisticamente com o manejo foram parcelas de leguminosas arbóreas.

De acordo com Silva e Wander (2013), a média regional para produção de grãos da região sudeste do Brasil é de 1.278 a 2.128 kg ha⁻¹, variando da primeira para a terceira safra que pode ser cultivada nessa região, sendo o valor mais alto encontrado para as “safra irrigadas de inverno”, onde as tecnologias são capazes de aumentar a produção. De acordo com esses autores, nenhum resultado obtido no SAF conseguiu superar a média da região sudeste, visto que a melhor produtividade foi alcançada sob acácia, 2.018,79 kg ha⁻¹, e o período do experimento se refere exatamente à 3ª safra, ou safra irrigada, ou seja, a considerada mais produtiva.

Fernandes (2012), em estudo na Fazendinha Agroecológica do km 47, em Seropédica-RJ, com diversas cultivares de feijão, também avaliou o Constanza. A variedade foi descrita como possuindo um tipo de grão vermelho, grande, com a planta apresentando hábito de crescimento ereto determinado e um ciclo normal de 90 dias em média. Além disso, apresentou uma produtividade de 1.880 kg ha⁻¹, número de vagens por planta de 6,3, grãos por vagem 2,5, peso de 100 sementes 55,3 g e índice de colheita de 0,568. Vale lembrar que ele usou 2 L de esterco bovino curtido para adubação de cova e aos 30 DAPF aplicou 55 g de torta de mamona por metro linear. De acordo com o número de vagens por planta e produção alcançada pelo autor, foi possível perceber que a maioria das parcelas do presente trabalho não produziu tão bem, visto que as médias de todos os tratamentos foram de 3,54 vagens por planta e 1.013,55 kg ha⁻¹ respectivamente, com exceção do tratamento de acácia, que atingiu padrões parecidos e até mesmo mais altos que os obtidos na mesma localidade por Fernandes (2012). Esses resultados de produção mais uma vez ressaltam a que a combinação adequada de plantas para adubação verde com os cultivos intercalares em SAF permite a obtenção de boas produtividades.

3.3 Avaliação da distribuição da nodulação nas parcelas do SAF

Aos 34 DAPF e inoculação foi feita uma avaliação geral do experimento e todas as subparcelas inoculadas apresentaram uma nodulação superior às subparcelas não inoculadas, indicando uma eficiência do processo de inoculação a partir do uso do extrato de nódulos (Tabela 5). Ainda em relação à nodulação observada, nenhum tratamento apresentou diferença estatística significativa entre eles quando inoculados, indicando que os tipos de cobertura não influenciaram na nodulação do feijoeiro. A maioria dos tratamentos inoculados apresentou mais nódulos em relação ao seu tratamento não inoculado, apesar de, estatisticamente, somente nos tratamentos com feijão-de-porco, adubação nitrogenada e vegetação espontânea serem significativos.

Quando tratamentos que não recebem inoculantes são passíveis de uma nodulação considerável, isso é característica da população natural de bactérias nodulantes do solo (GUALTER et al., 2011). Essa presença das bactérias do solo foi possível ser verificada no SAF, visto que a maioria das subparcelas que não recebeu inoculação possuía nódulos visíveis (Tabela 5).

Tabela 5. Avaliação da nodulação, em número de nódulos por planta de feijoeiro no SAF, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica – RJ.

Tratamento	Inoculação	Nodulação
Acácia	I	9,00 A
	NI	5,75 A
Feijão de porco	I	11,25 A
	NI	5,75 B
Gliricídia	I	9,75 A
	NI	7,50 A
Adubação nitrogenada	I	11,50 A
	NI	7,25 B
Vegetação espontânea	I	12,00 A
	NI	6,25 B
CV (%)	I	18,53
	NI	25,3

I = inoculado; NI = não inoculado. ⁽¹⁾ Não houveram diferenças entre tratamentos de adubação verde de acordo com a análise variância realizada (p > 0,05). As letras maiúsculas comparam o efeito da inoculação dentro de cada tratamento.

A utilização de inoculantes pode proporcionar boa nodulação, bom acúmulo de N na parte aérea (GUALTER et al., 2011). Esses fatos foram comprovados no que tange ao número de nódulos que foi maior nos tratamentos

inoculados, não sendo essa diferença significativa apenas para acácia e gliricídia. Além disso, o fato do extrato ser feito a partir do plantio do próprio feijão em vasos com solo da área onde foi posteriormente semeado. E depois os nódulos obtidos foram lavados e homogeneizados junto com raízes para obtenção do extrato, tornando a utilização desta técnica pouco custosa, podendo ser feita na maioria das propriedades antes do plantio do feijão (ROCHA, 2013). Sem dúvida são necessários mais estudos de inoculação com extratos de nódulos para se comprovar a eficiência do método. Pois, ao se confirmar o benefício da sua utilização, o alcance da tecnologia de inoculação de plantas será muito ampliado e com certeza aumentará a adoção pelos pequenos agricultores, que hoje têm muita dificuldade de encontrar inoculantes comerciais nas cidades do interior do país (ALCANTARA et al., 2019).

4 Conclusões

O plantio do feijão em sistema agroflorestal com cultivo em aleias mostrou-se como uma opção viável em termos de produtividade. A adubação verde, por meio da ciclagem de nutrientes do solo, promoveu o aumento do teor da maioria dos nutrientes após o manejo da biomassa vegetal, superando o observado no tratamento com vegetação espontânea. A adubação verde beneficiou a produção do feijoeiro. A inoculação com extrato de nódulos foi capaz de aumentar a nodulação, porém não aumentou a produção de grãos. Os SAF ainda carecem de muitos estudos, mas mesmo com todos os desafios de um sistema de produção mais complexo em termos de manejo, se mostram como uma abordagem produtiva que permite obter segurança alimentar, diversificação na geração de receitas e uma maior conservação dos recursos naturais.

5 Referências Bibliográficas

ALCANTARA, R. M. C. M. et al. **Inoculantes de extrato de nódulos como alternativa para inoculação de feijão cupi**. Comunicado Técnico nº 252, Embrapa Meio Norte, Teresina, PI. 2019. 9 p.

BASTIN, J. F. et al., The global tree restoration potencial. **Science**, v. 365, p. 76-79, 2019.

CAMPELLO, E. F. C. et al. Implantação e manejo de SAF's na Mara Atlântica: A experiência da Embrapa Agrobiologia. In: GAMA-RODRIGUES, A. C., et al. (Ed.). **Sistemas agroflorestais: bases científicas para o desenvolvimento sustentável**. Campos dos Goytacazes, RJ: UENF 2006. p. 33-42.

CARVALHO, M. M.; XAVIER, D. F.; ALVIM, M. J. **Arborização melhora a fertilidade do solo em pastagens cultivadas**. Juiz de Fora, MG. Dezembro. 4p. 2003.

CAVALCANTE, V. S. et al. Biomassa e extração de nutrientes por plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 5, p. 521-528, 2012.

DIDONET, A. D.; MOREIRA, J. A. A.; FERREIRA, E. P. B. **Sistema de Produção Orgânico de Feijão para Agricultores Familiares**. Comunicado técnico. Santo Antônio de Goiás, GO. 8p. 2009.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212 p.

FAVERO, C. et al. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p.171-177, 2000.

FERNANDES, R. C. **Avaliação de cultivares de feijoeiro em sistema orgânico de produção na Baixada Fluminense, RJ**. 2012, 39 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 2012.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

GUALTER, R. M. R. et al. Eficiência agrônômica de estirpes de rizóbio em feijão-caupi cultivado na região da Pré-Amazônia maranhense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 3, p. 303-308, 2011.

IBGE. **IBGE prevê safra recorde de grãos em 2020**. Agência IBGE Notícias, Rio de Janeiro, 08 de janeiro de 2020. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/26537-ibge-preve-safra-recorde-de-graos-em-2020>>. Acesso em: 03 de jul. 2021.

MENDONÇA, E.S.; STOTT, D. E. Characteristics and decomposition rates of pruning residues from a shaded coffee system in Southeastern Brazil. **Agroforestry Systems**, v. 57, p. 117-125, 2003.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000.

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

PAULA, P. D. **Desempenho de leguminosas arbóreas no estabelecimento de um sistema agroflorestal com bananeiras**. 2008. 93 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 2008.

PAULA, P. D. et al. Decomposição das podas das leguminosas arbóreas *Gliricidia sepium* e *Acacia angustissima* em um sistema agroflorestal. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 3, p. 791-800, 2015.

RICCI, M. S. F.; RODRIGUES, M. B. **Desenvolvimento do feijão-de-porco plantado para adubação verde do café cultivado sob manejo orgânico e arborizado**. Boletim de pesquisa em desenvolvimento. Seropédica, RJ. 24 p. 2009.

ROCHA, B. M. **Prática Alternativa de Inoculação de Sementes de Feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L., cv. Ouro Vermelho) com Estirpes Rizobianas Localmente Adaptadas**. 2013. 50 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2013.

SILVA, O. F.; WANDER, A. E. O. **Feijão-Comum no Brasil Passado, Presente e Futuro**. Embrapa arroz e feijão. Santo Antônio de Goiás, GO. 61 p. 2013.

VON OSTERROHT, M. O que é uma adubação verde: princípios e ações. **Agroecologia Hoje**, v. 2, n. 14, p. 9-11, 2002.