

SUBSTITUIÇÃO DE FERTILIZANTES POR FITOMASSA DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS EM LAVOURA CAFEIEIRA

Heloísa Misae Tavares de Oliveira¹, Maria Inês Nogueira Alvarenga², Rogério Melloni³, Juliana Garcia Cespedes⁴, Rodrigo Luz da Cunha⁵

(Recebido: 30 de outubro 2014 ; aceito: 05 de janeiro de 2015)

RESUMO: O uso de fitomassa de leguminosas arbóreas na lavoura cafeeira surge como alternativa para melhorar a qualidade química do solo e reduzir os custos de produção do café. Objetivou-se, no presente trabalho, avaliar o efeito da adição superficial de fitomassa de quatro espécies arbóreas de leguminosas (*Cajanus cajan*, *Mimosa scabrella*, *Leucaena leucocephala* e *Acacia mangium*) na qualidade química do solo, enfatizando o seu potencial de substituição de fertilizantes químicos à base de NPK, em monocultivo cafeeiro sob esse manejo. O estudo foi conduzido em lavoura cafeeira situada em área experimental da EPAMIG, em São Sebastião do Paraíso, MG. A fitomassa de todas as leguminosas promoveu melhoria na qualidade química do solo, com destaque para a leucena, que apresentou potencial para reduzir custos de fertilizantes NPK na lavoura cafeeira.

Termos para indexação: *Coffea arabica* L., qualidade química do solo, arborização, adubação orgânica.

POTENTIAL OF SUBSTITUTION OF FERTILIZERS BY ARBOREAL LEGUME PHYTOMASS IN COFFEE TREE CROP

ABSTRACT: The use of arboreal legume phytomass in coffee cropping appears as an alternative way to improve the soil chemical properties and also to reduce production cost. The present paper aims to evaluate the effect of surface application of four arboreal legume phytomass (*Cajanus cajan*, *Mimosa scabrella*, *Leucaena leucocephala* and *Acacia mangium*) on soil chemical quality and verify the potential to substitute the use of chemical fertilizers (NPK) in coffee cropping under this management. This study was carried out at EPAMIG, in São Sebastião do Paraíso, MG, a Southern Brazilian experiment coffee cropping station. The phytomass of all legumes improved the soil chemical quality, especially *Leucaena leucocephala*, which also showed potential to reduce costs of NPK fertilizers on coffee cropping.

Index terms: *Coffea arabica* L., soil chemical quality, arborization, organic adubation.

1 INTRODUÇÃO

Os gastos com fertilizantes, principalmente à base de nitrogênio, fósforo e potássio (NPK), por pequenos produtores e de base familiar podem representar de 18 até 25% do custo total de produção do cafeeiro (CONSELHO NACIONAL DO CAFÉ - CNC, 2013). Aliado a isso, a superexploração do solo e demais recursos ambientais têm causado graves consequências ambientais, com crescente empobrecimento do solo e conseqüente aumento da necessidade de intervenção química. Assim, buscando manter a qualidade do solo em níveis adequados à produtividade sem, contudo, perder de vista o equilíbrio ambiental, as bases tecnológicas das atividades agrícolas vêm se alterando para sistemas menos impactantes, conservacionistas, fundamentados nos serviços naturais de ciclagem de nutrientes e manutenção da microbiota do solo (SILVEIRA; FREITAS, 2007).

O estabelecimento de rotas alternativas de produção, com enfoque na redução do uso

de insumos externos e alcance de viabilidade econômica e ecológica do uso de fitomassa de leguminosas em agroecossistemas, é um mecanismo promissor para reduzir os efeitos negativos do monocultivo contínuo do solo, o qual ainda é presente, apesar de muitas espécies se apresentarem tolerantes a níveis de sombreamento e se adaptarem bem a sistemas de cultivo mistos (ILANY et al., 2010).

Nesse sentido, os sistemas agroflorestais (SAFs) surgem como uma opção de cultivo mais sustentável ao combinarem, simultaneamente ou sequencialmente, cultivos agrícolas com espécies florestais e/ou animais, utilizando a mesma área e outras técnicas de manejo compatíveis (MÜLLER et al., 2004). O sistema de cultivo em aleias ou “alley cropping” é um tipo de SAF simultâneo que consiste na associação de árvores e, ou, arbustos, geralmente associados a organismos fixadores de nitrogênio, intercalados em faixas com culturas anuais. As árvores ou arbustos são podados periodicamente para utilização da biomassa como

^{1,2,3}Universidade Federal de Itajubá/UNIFEI - Instituto de Recursos Naturais/IRN - Av. BPS, 1303 - Bairro Pinheirinho - 37500-903 Itajubá - MG - misae_heloisa@yahoo.com.br, minesalvarenga@gmail.com, rogerio.melloni@gmail.com

⁴Universidade Federal de São Paulo - Campus São José dos Campos - Rua Talim, 330 - Vila Nair - 12231-280 - São José dos Campos - SP cespedes.juliana@gmail.com

⁵Epamig - Centro Tecnológico do Sul de Minas - 37200-000 - Lavras - MG - rodrigocunha@epamig.bremail@instituição.br

adubação verde, cujo objetivo principal é melhorar a fertilidade do solo e, ou, como forragem de alta qualidade para complementar a alimentação do gado (AGUIAR et al., 2009).

O uso de fitomassa de leguminosas arbóreas em solos agrícolas representa uma importante ferramenta para a adoção de manejos agrícolas equilibrados que favorecem a fertilidade do solo, controlam a erosão e reduzem a necessidade de aplicação de adubos solúveis (WEBER; MIELNICZUK, 2009). As leguminosas de porte lenhoso, quando comparadas às arbustivas, possuem o diferencial de produzirem grandes quantidades de fitomassa por área e apresentarem concentrações elevadas de nutrientes na parte aérea, consequência do seu sistema radicular mais desenvolvido e capaz de assimilar os nutrientes lixiviados para as camadas mais profundas do solo (NASCIMENTO et al., 2005).

Estudos relatam, principalmente, os efeitos da adição de fitomassa de leguminosas sobre a matéria orgânica do solo, cuja função integra aspectos químicos, físicos e microbiológicos do solo (CONCEIÇÃO et al., 2005). A decomposição da matéria orgânica do solo promove liberação de ácidos orgânicos, importantes devido à sua ação complexante de íons indesejáveis, como Al^{3+} e H^{+} , aumentando a saturação da CTC do solo pelos íons Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^{+} . Quando adicionados continuamente, a decomposição de materiais orgânicos e a liberação de ácidos orgânicos de baixa massa molecular convergem para um efeito prolongado na fertilidade do solo (PAVINATO; ROSOLEM, 2008). Giacomini et al. (2003) e Pavinato e Rosalem (2008) ressaltam que, além da decomposição do material vegetal, os ácidos orgânicos também se originam da lavagem direta da palha dos resíduos vegetais pela chuva, evidenciando mais uma vantagem da aplicação superficial de fitomassa de leguminosas. Porém, apesar de promissora, a eficiência desse manejo depara-se com questões técnicas e econômicas, como a seleção da espécie mais adequada para prover fitomassa e liberação de nutrientes mediante decomposição (QUEIROZ et al., 2007).

Objetivou-se, no presente trabalho, avaliar o efeito da adição superficial de quatro espécies arbóreas de leguminosas na qualidade química do solo, enfatizando o seu potencial de substituição de fertilizantes químicos à base de NPK, em monocultivo cafeeiro sob esse manejo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no ano de 2000, na área experimental de cafeeiros da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), em São Sebastião do Paraíso, MG. Utilizou-se ensaio fatorial, com delineamento em blocos ao acaso, com quatro espécies de leguminosas e um controle, e quatro anos de amostragem, com três repetições por tratamento. O café foi cultivado com espaçamento adensado na linha com uma população de 5.882 plantas ha^{-1} em área de Latossolo Vermelho Distroférrico, textura muito argilosa. As parcelas foram implantadas em cinco áreas equivalentes, sendo quatro áreas com aleias de leguminosas e uma para comparação (controle), sem influência de leguminosa (Figura 1). As leguminosas utilizadas no experimento foram o guandu [*Cajanus cajan* (L.) Hut.], a bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.), leucena [*Leucoena leucocephala* (Lam.) de Wit] e acácia (*Acacia mangium* Willd.). Cada parcela foi composta por cinco linhas de café com 30 plantas cada, sendo a parcela útil dada pelo conjunto das dez plantas centrais da linha central e o restante considerado bordadura.

As aleias possuem 5,0 m de largura por 90,0 m de comprimento, totalizando uma área de 450 m^2 para cada aleia de leguminosa, plantadas simultaneamente ao café. As áreas com bracatinga e acácia foram cultivadas cada uma em três linhas, com espaçamento de 3,0 m entre plantas e 1,5 m entrelinhas, de modo desencontrado. O guandu foi plantado em quatro linhas com espaçamento de 1,20 m entrelinhas e com densidade de cinco sementes, por metro linear. A leucena foi plantada em três linhas no espaçamento de 1,5 m entrelinhas e 0,50 m entre plantas.

As leguminosas foram cortadas e manejadas na mesma época, no final da estação chuvosa, período de maior acúmulo de matéria seca, uma vez ao ano, por um período de quatro anos (2001, 2002, 2003 e 2005). Em 2004, em virtude do ataque de formigas, a produção de fitomassa de leguminosas ficou comprometida, motivo pelo qual optou-se por não aplicá-las. Após poda, a fitomassa ficou depositada por 30 dias sob as leguminosas até completo murchamento, sendo coletada juntamente com a serapilheira e adicionadas superficialmente nas linhas do café. As leguminosas foram adubadas no plantio com 200 g de superfosfato simples por planta, não sendo realizada adubação de manutenção e inoculação de microrganismos.

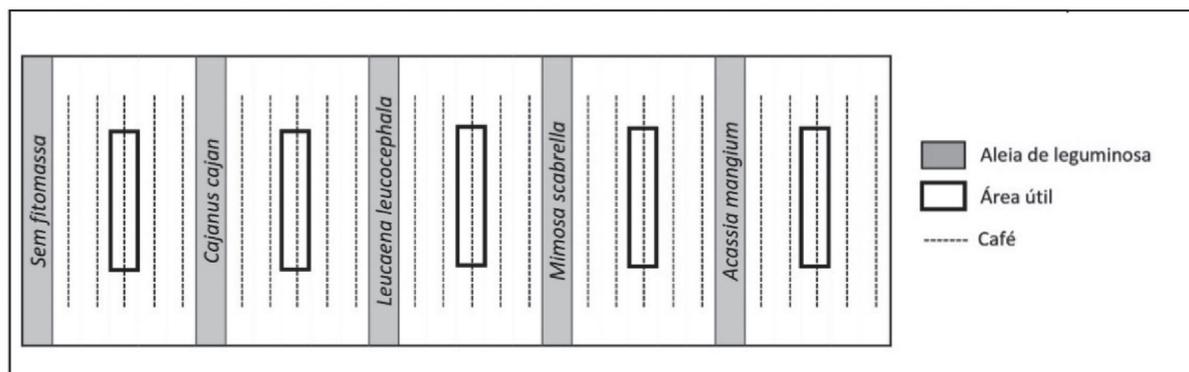


FIGURA 1 - Croqui do experimento no campo.

Para a análise estatística, considerou-se ano como uma variável discreta, tomando parcelas subdivididas no tempo, e ordenando a variável resposta na parcela experimental. Segundo Ferreira (2012), nessas condições, pode-se utilizar a análise de variâncias com parcelas subdivididas no tempo. As pressuposições do modelo matemático foram verificadas e as transformações necessárias foram realizadas.

Para avaliação do aporte potencial de nutrientes via decomposição da fitomassa das leguminosas foram avaliadas a produção de massa seca e a qualidade química das leguminosas em dois anos consecutivos, 2002 e 2003, por meio da amostragem com um quadrado de metal com área de 0,25 m², lançado sobre o material da poda depositado no solo, de forma aleatória, em cinco pontos de cada aleia de produção de leguminosa.

As amostras de fitomassa foram inicialmente pesadas (matéria fresca) e, encaminhadas para secagem em estufa, com circulação de ar forçada até peso constante (matéria seca). Para análise química da fitomassa, os extratos foram preparados segundo Hunter (1975), determinando-se, em seguida, o teor de nitrogênio pelo método Kjeldahl modificado; fósforo por colorimetria (azul de molibdênio) e potássio por fotometria de chama. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de Duncan, ao nível de 5 % de significância, e interpretados conforme as recomendações para uso de fertilizantes em cafeeiros da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais - CFSEMG (1999).

Para análise química do solo foram retiradas, com trado holandês, amostras da camada superficial do solo (0-10 cm de profundidade), em cinco pontos sob a projeção da copa do café da área útil, perfazendo um total de 30 amostras/ano. Nesse

caso, foram obtidos dados de quatro anos (2003 a 2006). As amostras foram homogeneizadas, acondicionadas em saco plástico e submetidas à análise de fertilidade (macro, micronutrientes e matéria orgânica), conforme metodologia da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (1997).

Os atributos químicos do solo foram analisados por meio da análise de componentes principais (ACP) via matriz de correlação, utilizando o *software* PC-ORD. Para isso, foram considerados os atributos da fertilidade do solo que indicaram diferenças estatísticas significativas na ANOVA (significância a 0,001), considerando o valor médio das três repetições de cada parcela, em todas as épocas amostradas (2003 a 2006). Os resultados, apresentados na forma de escores, foram transformados em índices da qualidade química do solo, após incorporação das fitomassas de leguminosas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de produção e qualidade química da fitomassa indicou haver significativa variação entre as leguminosas e também entre anos avaliados (Tabelas 1 e 2). Esse comportamento pode ser relacionado a fatores de ordem climática (BOER et al., 2007; TORRES; PEREIRA; FABIAN, 2008) e fisiológica, como taxa de crescimento e demanda nutricional, desenvolvimento do sistema radicular e taxa de retranslocação de nutrientes (KIMARO et al., 2007).

Na variação temporal, o guandu, a leucena e a bracatinga apresentaram significativa queda na produção de fitomassa, em 2003 e 2005, em relação aos anos iniciais, 2001 e 2002 (Tabela 1). Em termos percentuais, essas quedas foram de 82, 72 e 44 %, respectivamente.

TABELA 1 - Produção anual de fitomassa seca de leguminosas arbóreas.

Ano	Produção de fitomassa seca (t ha ⁻¹)				
	Bracatinga	Guandu	Leucena	Acácia	Média
2001	13,48 aB	22,32 aA	19,57 aA	7,12 bC	15,62 a
2002	11,58 aB	16,23 bA	18,80 aA	18,33 aA	16,23 a
2003	6,58 bA	3,16 cB	4,90 bAB	4,94 bAB	4,89 b
2005	7,57 bA	3,88 cB	5,96 bAB	5,34 bAB	5,69 b
Média	9,80 ab	11,40 ab	12,31 a	8,94 b	10,61

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem pelo teste Duncan, ao nível de 5 % de significância. CV = 13,72 %.

TABELA 2 - Composição química da fitomassa seca das leguminosas arbóreas, em 2002 e 2003.

Nutriente	Unidade	Bracatinga	Guandu	Leucena	Acácia	Média
2002						
N	g kg ⁻¹	17,96 a	19,20 a	21,12 a	22,08 a	20,90
P		0,92 b	0,55 c	1,05 b	1,85 a	1,09
K		3,17 c	5,10 b	6,86 a	5,98 ab	5,28
2003						
N	g kg ⁻¹	17,08 b	17,20 b	23,12 a	17,00 b	18,23
P		0,94 b	1,14 ab	1,35 a	0,59 c	1,05
K		3,53 b	4,24 b	6,36 a	6,01 a	5,04
Diferença entre 2003 e 2002						
N	%	- 5	- 10	9	- 23	- 7
P		2	107	29	- 68	- 8
K		11	- 17	-7	1	- 5

Para cada ano, médias seguidas de letras iguais na linha não diferem pelo teste Duncan, ao nível de 5% de significância.

A área com acácia apresentou menor variação, tendo ocorrido um pico de produção de fitomassa, em 2002 (18,33 t ha⁻¹), retornando à produção inicial nos anos seguintes, cuja média foi de 5,80 t ha⁻¹. Considerando-se a variação apenas entre 2002 e 2003, a produção de fitomassa passou de 16,23 para 3,16 t ha⁻¹ para o guandu; 18,80 para 4,90 t ha⁻¹ para a leucena; 11,58 para 6,58 t ha⁻¹ para a bracatinga e de 18,33 para 4,94 t ha⁻¹ para a acácia.

A queda na produção de fitomassa seca após dois anos de cultivo das leguminosas pode ter sido consequência do manejo adotado das espécies, tanto no que diz respeito à adubação (BALIEIRO et al., 2004), quanto em relação à forma e frequência das podas (SILVA et al., 2002), que podem ter ocasionado um enfraquecimento das leguminosas, reduzindo sua capacidade de rebrota (FARIA; SOARES; LEÃO, 2004).

Em experimento instalado no município de Seropédica/RJ, Balieiro et al. (2004) observaram uma produção de fitomassa seca da acácia (folhas, galhos e serapilheira) igual a 37,8 t ha⁻¹, enquanto que, no presente estudo, a produção de fitomassa da acácia alcançou apenas 4,34 t ha⁻¹ e 18,33 t ha⁻¹ em 2002 e 2003, respectivamente. Enquanto no presente estudo as leguminosas foram adubadas com somente 200 g de superfosfato simples, sem inoculação de microrganismos, o plantio da acácia, pelos autores supracitados, foi feito com 100 g de fosfato de rocha, 10 g de FTE (BR - 12) como fonte de micronutrientes, além das sementes terem sido inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares (*Glomus clarum* Nicol. & Smith e *Gigaspora margarita* Becker & Hall), evidenciando a variação do manejo da acácia e a possível causa da baixa produtividade no presente estudo.

Com relação ao conteúdo químico foliar das leguminosas, foram observadas diferenças significativas (Tabela 2), exceto para N em 2002, em que a média de todas as leguminosas foi de 20,90 g kg⁻¹. Ainda em 2002, merece destaque o maior conteúdo de P na acácia (1,85 g kg⁻¹) e menor no guandu (0,55 g kg⁻¹), apesar dessas leguminosas não terem apresentado diferença significativa na produção de fitomassa (respectivamente, 18,33 ha⁻¹ e 16,23 t ha⁻¹), discordando do obtido por Costa et al. (2004), que constataram que o aporte de nutrientes pela serapilheira possuía forte e positiva correlação com a produção de fitomassa.

Em 2002, a maior concentração de K foi encontrada na leucena (6,86 g kg⁻¹) e acácia (5,98 g kg⁻¹), e menor na bracatinga (3,17 g kg⁻¹). Esse resultado reflete-se no conteúdo de potássio do solo, conforme discutido por Giacomini et al. (2003). Em 2003, é possível verificar maiores concentrações de nutrientes na fitomassa da leucena e menores na acácia, onde os teores de P e K foram os menores, quando comparados às demais leguminosas (Tabela 2).

Dos nutrientes considerados no presente trabalho, é possível observar uma diferença no conteúdo químico foliar no guandu e na acácia de 2002 para 2003. Enquanto o guandu apresentou, em 2003, um aumento de 102 % de P foliar, em relação a 2002, para a acácia o comportamento foi oposto, tendo apresentado uma redução de 68 % da concentração de P foliar (Tabela 2). Essa variação de liberação de nutrientes por diferentes leguminosas também foi observada por Espíndola et al. (2006) e Torres, Pereira e Fabian (2008),

comportamento esse associado à composição química dos resíduos e às condições climáticas.

Da análise da produção de fitomassa seca é possível observar que ambas as leguminosas (guandu e acácia) apresentaram queda na produção de fitomassa entre os anos, sendo de 81 %, no caso do guandu e 73 %, no caso da acácia (Tabela 1). Assim, pode-se inferir que o guandu apresentou maior capacidade de absorção de P que a acácia.

Pela análise de componentes principais aplicados para as variáveis relacionadas à fertilidade do solo, observou-se contribuição de 71,28 % da variância total na primeira e de 18,86 % na segunda componente, somando-se 90,14 % da variância total dos dados. Em função desse elevado valor, somente os escores dessas componentes foram apresentados. De acordo com Mingoti (2007), a primeira componente principal pode ser considerada como um índice de desempenho global padronizado da química do solo. Como, nessa componente, somente os atributos relacionados ao teor de Al³⁺ e saturação de Al³⁺ na CTC (m) possuem pesos negativos (-0,35 e -0,38, respectivamente), os escores das áreas de estudo que apresentaram valores menores e mais negativos indicam solos com elevada acidez trocável e saturação por alumínio, atributos desfavoráveis para a fertilidade do solo. Contrariamente, áreas com escores positivos indicam solos com atributos químicos mais favoráveis ao cultivo, ou seja, com melhor qualidade química.

Os escores construídos por meio dos atributos químicos do solo, após a adição das fitomassas, estão apresentados na Figura 2.

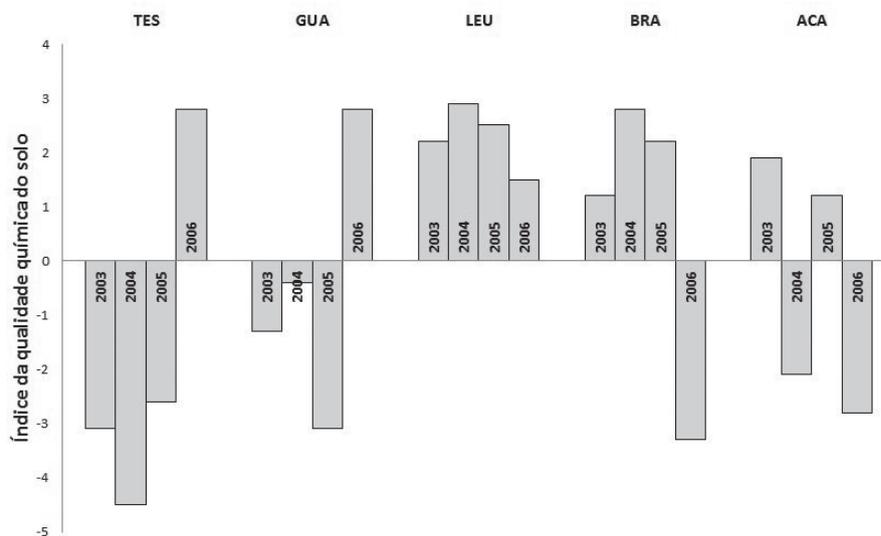


FIGURA 2 - Índice da qualidade química do solo (escores) de cada tratamento (TES – testemunha, GUA – guandu, LEU – leucena, BRA – bracatinga e ACA – acácia).

Considerando, então, a média dos atributos químicos de todos os blocos, em todos os anos de amostragem (2003 a 2006), observa-se que as áreas testemunhas e aquelas que receberam fitomassa de guandu apresentaram os menores escores, com média igual a - 1,87 e - 0,58, respectivamente. Áreas que receberam o tratamento com leucena, ao contrário, apresentaram, em todos os anos de análise, escores mais altos e positivos, indicando grande potencial dessa leguminosa em melhorar a qualidade química do solo. Tal fato pode estar relacionado, não somente à maior produção de fitomassa (Tabela 1), mas também à sua melhor qualidade química (Tabela 2).

Esse resultado concorda com o obtido por outros autores que atribuem a melhoria na qualidade química do solo ao aumento no teor de matéria orgânica do solo, uma vez que esse atributo integra a qualidade química, física e microbiológica do solo (CONCEIÇÃO, 2005). No presente trabalho, pode-se afirmar que as melhorias na qualidade química ocorreram em virtude da adição de nutrientes via decomposição das fitomassas estudadas. O aporte potencial de nutrientes por tal via, pode ser visto na Tabela 3, para os anos 2002 e 2003. As espécies leguminosas estudadas promoveram reciclagem e incorporação de quantidades significativas de nutrientes ao solo, principalmente em relação ao N em 2002, em que todos os tratamentos teriam potencial de suprir completamente a demanda do cafeeiro por esse nutriente.

De posse dos dados referentes à qualidade da fitomassa em termos de NPK e das necessidades da cultura do cafeeiro (CFSEMG, 1999), calculou-se o potencial de substituição de fertilizantes pelas

respectivas fitomassas, cujo resultado encontra-se na Tabela 4.

Considerando a média do conteúdo de P do solo nos quatro anos de análise (2003 a 2006), o tratamento com leucena proporcionou uma concentração suficiente de P, não sendo necessária a adubação de produção para essas áreas. Assim, é possível concluir que a fitomassa da leucena, além de possuir elevados teores de P (Tabela 4), é facilmente decomposta, liberando os nutrientes e melhorando a qualidade química do solo.

Contrariamente, apesar das maiores quantidades de P reciclados e presentes na fitomassa seca da acácia, com potencial de substituição igual a 85 % em 2002, as áreas tratadas com esse material apresentaram, em todos os anos amostrados, deficiência desse nutriente, estando sempre dentro da classe “muito baixo”, isto é, abaixo de 12 mg de P kg⁻¹ de solo (CFSEMG, 1999). Tal resultado pode ser consequência da baixa taxa de decomposição da fitomassa dessa leguminosa, diminuindo o aporte de nutrientes para o solo (GIACOMINI et al., 2003), conforme também observado em estudo conduzido por Balieiro et al. (2004) e Moura et al. (2010). Após 5 anos de plantio de acácia, a elevada quantidade de serapilheira acumulada sobre o solo (12,7 t ha⁻¹) confirmou a baixa velocidade de decomposição desse resíduo, dificultando a liberação dos nutrientes contidos em sua fitomassa.

Para o K, mesmo tendo sido observadas diferenças significativas no conteúdo químico foliar, em 2002 e 2003 (Tabela 3), todos os tratamentos apresentaram mesma média de K no solo (Tabela 4), e também mesma classe de fertilidade (médio), conforme CFSEMG (1999).

TABELA 3 - Aporte potencial de nutrientes, via fitomassa das leguminosas arbóreas, em 2002 e 2003.

	Unidade	Bracatinga	Guandu	Leucena	Acácia
2002					
N		207,56 c	310,90 b	381,60 a	399,67 a
P	kg ha ⁻¹	10,70 c	8,93 c	19,67 b	33,91 a
K		36,68 c	82,84 b	129,04 a	109,68 a
2003					
N		83,98 b	112,39 a	54,35 c	113,29 a
P	kg ha ⁻¹	2,91 b	6,21 a	3,61 b	6,63 a
K		29,68 ab	23,24 b	13,41 c	31,15 a

Para cada ano, médias seguidas de letras iguais na linha não diferem pelo teste Duncan, ao nível de 5% de significância.

TABELA 4 - Potencial de substituição da adubação NPK pela adição de fitomassa das leguminosas.

Nutriente	Leguminosas arbóreas			
	Guandu	Leucena	Bracatinga	Acácia
N				
Teor foliar (g kg ⁻¹) ¹	29,19ab	29,17ab	28,44b	28,72ab
Classe ²	Adequado	Adequado	Adequado	Adequado
Dose recomendada (kg ha ano ⁻¹) ³	175	175	175	175
Potencial de substituição: 2002	178 %	218 %	119 %	228 %
2003	64 %	31 %	48 %	65 %
P				
Média no solo ⁴ (mg kg ⁻¹) ³	25,48b	36,75a	17,69c	7,8d
Classe ²	Médio	Bom	Baixo	Muito baixo
Dose recomendada (kg ha ano ⁻¹) ³	20	0	30	40
Potencial de substituição: 2002	45 %	100 %	36 %	85 %
2003	31 %	100 %	10 %	17 %
K				
Média no solo ⁴ (mg kg ⁻¹) ³	84,83ab	92,42a	91,17ab	86,58ab
Classe ²	Médio	Médio	Médio	Médio
Dose recomendada (kg ha ano ⁻¹) ³	190	190	190	190
Potencial de substituição: 2002	44 %	68 %	19 %	58 %
2003	12 %	7 %	16 %	16 %

¹ Médias obtidas da análise química foliar do cafeeiro, em 2005. Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem pelo teste Duncan ao nível de 5% de significância.

² Classe de fertilidade para a cultura do café, conforme recomendações da CFSEMG (1999).

³ Doses recomendadas em função da produtividade esperada, entre 20 e 30 sc. ben. ha⁻¹ (CFSEMG, 1999).

⁴ Média dos anos das análises química do solo. Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem pelo teste Duncan, ao nível de 5% de significância.

O uso de fitomassa de leguminosas traria, portanto, economias na adubação, com destaque para as áreas manejadas com leucena, que apresentaram maior potencial de substituição de fertilizantes, tanto em 2002, quanto em 2003.

Esse resultado é de grande valia para a adoção do manejo de fitomassa de leguminosas, uma vez que, para compensar a perda de área produtiva, decorrente do plantio das aleias de leguminosas (ALVES et al., 2004), a substituição parcial ou total da adubação NPK é um dos principais atrativos para o produtor que deseja alterar seu sistema de manejo.

4 CONCLUSÕES

1. As fitomassas das leguminosas *Cajanus cajan*, *Mimosa scabrella*, *Leucaena leucocephala*

e *Acacia mangium* promovem melhorias na qualidade química do solo, destacando-se a contribuição da *L. leucocephala*.

2. A utilização de fitomassa das leguminosas arbóreas avaliadas, principalmente de *Leucaena leucocephala*, apresenta potencial para redução dos custos com fertilizantes NPK, podendo substituir a demanda por esses nutrientes na cultura do cafeeiro.

5 AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e à Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig), pelo apoio.

6 REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. C. F. et al. Environmental and agricultural benefits of a management system designed for sandy loam soils of the humid tropics. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 5, p. 1473-1480, 2009.
- ALVES, S. M. C. et al. Balanço do nitrogênio e fósforo em solo com cultivo orgânico de hortaliças após a incorporação de biomassa de guandu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 11, p. 1111-1117, nov. 2004.
- BALIEIRO, F. C. et al. Acúmulo de nutrientes na parte aérea, na serrapilheira acumulada sobre o solo e decomposição de filódios de *Acacia mangium* Willd. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 9-65, 2004.
- BOER, C. A. et al. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 9, p. 1269-1276, set. 2007.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 359 p.
- CONCEICÃO, P. C. et al. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 777-788, 2005.
- CONSELHO NACIONAL DO CAFÉ. **Análises econômicas: custos de produção**. Disponível em: <<http://www.cncafe.com.br/site/conteudo.asp?id=21>>. Acesso em: 22 maio 2013.
- COSTA, G. S. et al. O aporte de nutrientes pela serrapilheira mostrou-se fortemente associado com a produção de fitomassa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 5, p. 919-927, 2004.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.
- ESPINDOLA, J. A. A. et al. Decomposição e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 321-328, 2006.
- FARIA, C. M. B.; SOARES, J. M.; LEAO, P. C. S. Adubação verde com leguminosas em videira no submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 641-648, 2004.
- FERREIRA, W. L. **Análise de dados com medidas repetidas em experimentos com ingestão de café**. 2012. 108 p. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agropecuária) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.
- GIACOMINI, S. J. et al. Liberação de fósforo e potássio durante a decomposição de resíduos culturais em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 9, p. 1097-1104, set. 2003.
- HUNTER, A. H. **Laboratory analysis of vegetal tissue samples**. Raleigh: International Soil Fertility Evaluation and Improvement Program, 1975. 5 p.
- ILANY, T. et al. Using agroforestry to improve soil fertility: effects of intercropping on *Ilex paraguariensis* (yerba mate) plantations with *Araucaria angustifolia*. **Agroforest Systems**, Wageningen, v. 80, n. 3, p. 399-409, 2010.
- KIMARO, A. A. et al. Nutrient use efficiency and biomass production of tree species for rotational woodlot systems in semi-arid Morogoro, Tanzania. **Agroforestry Systems**, Wageningen, v. 71, n. 3, p. 175-184, 2007.
- MINGOTI, S. A. Análise de componentes principais. In: _____. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: UFMG, 2007. p. 59-95.
- MOURA, E. G. et al. Nutrient use efficiency in alley cropping systems in the Amazonian periphery. **Plant and Soil**, The Hague, v. 335, n. 1, p. 363-371, 2010.
- MÜLLER, M. W. et al. **Sistemas agroflorestais, tendência da agricultura ecológica nos trópicos**. Ilhéus: Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais; Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense, 2004. 292 p.
- NASCIMENTO, J. T. et al. Efeito de leguminosas nos atributos físicos e carbono orgânico de um Luvissole. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 825-831, 2005.

- PAVINATO, P. S.; ROSOLEM, C. A. Disponibilidade de nutrientes no solo: decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 911-920, 2008.
- QUEIROZ, L. R. et al. Avaliação da produtividade de fitomassa e acúmulo de N, P e K em leguminosas arbóreas no sistema de aleias, em Campos dos Goytacazes, RJ. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 383-390, 2007.
- SILVA, J. A. A. et al. Reciclagem e incorporação de nutrientes ao solo pelo cultivo intercalar de adubos verdes em pomar de laranja-'Pêra'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 225-230, 2002.
- SILVEIRA, A. P. D. da; FREITAS, S. S. (Ed.). **Microbiota do solo e qualidade ambiental**. Campinas: Instituto Agronômico, 2007. 312 p.
- TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 3, p. 421-428, mar. 2008.
- WEBER, M. A.; MIELNICZUK, J. Estoque e disponibilidade de nitrogênio no solo em experimento de longa duração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 429-437, 2009.