

Desempenho de milho verde em sucessão a adubação verde com crotalária, submetido a doses crescentes de esterco bovino, na caatinga mineira

Marília D. Massad¹; Fábio L. de Oliveira²; Claudenir Fávero³; Tiago R. Dutra¹; Mateus A. L. Quaresma²

¹ Instituto Federal Norte de Minas, *Campus* Salinas. Fazenda Varginha Km 02 Rod. Salinas/Taiobeiras, CEP 39560-000, Salinas, MG, Brasil. E-mails: mariliamassad@yahoo.com.br e email: tiagoreisdutra@gmail.com.br

² Universidade Federal Espírito Santo/Centro de Ciências Agrárias. Alto Universitário s/nº, Cx Postal 16, CEP 29500-000, Guararema, Alegre, ES, Brasil. E-mail: fabio.oliveira@cca.ufes.br

³ Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Rua da Glória, 187, CEP 39100-000, Diamantina, MG, Brasil. E-mail: profvjm@yahoo.com.br

Resumo: A adubação com resíduos de origem animal é uma prática comum na agricultura familiar, principalmente se tratando de Vale do Jequitinhonha, no entanto, uso exclusivo de esterco animal em sistemas familiares de produção tem se mostrado onerosa. Desta forma, os adubos verdes podem complementar a adubação e viabilizar o sistema de produção familiar, principalmente aqueles em que a pecuária não está integrada dentro da propriedade. Objetivou-se com esse trabalho avaliar os benefícios promovidos pelo pré-cultivo de crotalária (*Crotalaria juncea*) ao cultivo do milho, colhido em estágio verde, nas condições edafoclimáticas de Virgem da Lapa, região de caatinga no Vale do Jequitinhonha, Minas Gerais. Foi adotado o delineamento experimental de blocos ao acaso, quatro repetições, com os tratamentos correspondendo a pré-cultivo com crotalária e seis doses de esterco bovino e uma testemunha (pousio). Quantificou-se a matéria verde, massa seca e composição em macronutrientes do adubo verde; sua contribuição na retenção de umidade e temperatura do solo, e o abafamento sobre a vegetação espontânea. As avaliações no milho foram diâmetro, comprimento e produtividade de espigas comercializáveis. O manejo de pré-cultivo com a crotalaria, seguida de roçada antes da semeadura do milho, traz vários benefícios como maior retenção de água no solo, redução na temperatura ao longo do seu perfil, redução no crescimento de plantas espontâneas e mudança na composição florística das áreas, aliados à significativa quantidade de nutrientes ciclados pela fitomassa da leguminosa. Que reflete em ganhos à produção da cultura, colhido em estágio verde, e mostra capacidade de substituir totalmente a aplicação de esterco, assim, torna-se uma alternativa significativa aos produtores da região.

Palavras chave: Adubação verde, Adubação orgânica, Milho.

Performance of corn after green manuring with sun hemp and doses of cattle manure in the semiarid region of Minas Gerais State

Abstract: The fertilization with animal waste is a common practice in family farming, especially when dealing with Jequitinhonha Valley, however, exclusive use of animal manure in family production systems has proved costly. Thus, the green manure can compliment and facilitate the production system of family farming, especially those in which livestock is not integrated within the property. The objective of this study was to evaluate the effect promoted by pre-crop (*Crotalaria juncea*) in the management of green maize (*Zea mays*), at Virgem da Lapa in semiarid region in the Jequitinhonha Valley, Minas Gerais state, Brazil. The experimental design consisted of randomized blocks with four replications, with treatments corresponding to *C. juncea* and six doses of organic manure and a control (fallow). The green matter, dry matter and macronutrient composition of the green manure crop, as well its contribution to retain moisture and soil temperature, and the muffling of the weeds were determined. The variables evaluated in maize were diameter, length and yield of marketable cobs. The management of pre-crop with *Crotalaria*, followed by

mowing before sowing the maize, brings several benefits such as greater retention of water in the soil, reduction in temperature along the profile, reducing the growth of weeds and changes in floristic composition of areas, coupled with the significant amount of nutrients cycled by the legume biomass. It reflect gains in the maize production, harvested as green, and show ability to fully replace the application of cattle manure fertilization to become a significant alternative for regional producers.

Key words: Green manure, Organic manure, Maize.

Introdução

O Vale do Jequitinhonha, região situada no nordeste do estado de Minas Gerais, é composto em sua maioria por agricultores familiares com sistemas produtivos baseados em plantio de mantimentos, coleta, trabalho familiar e beneficiamento primário, sendo bastante diversificada. A comercialização é reduzida, quase que exclusivamente local, em pequena escala nos mercados e feiras livres (RIBEIRO, 2007), sendo que dentre as culturas mais comercializadas está o milho, principalmente em estágio verde. A cultura do milho apresenta grande importância para a agricultura familiar no Vale do Jequitinhonha, principalmente por estar presente na alimentação humana e animal, pelas suas diversas formas de utilização. Considerando as dificuldades existentes para os agricultores da região, surge a necessidade de formas alternativas de produção, visando à redução de custos e buscando melhorias no rendimento do sistema produtivo dessa cultura.

A adubação com resíduos de origem animal é uma prática agrícola comum na região. Entretanto, o uso exclusivo de esterco animal em sistemas familiares de produção tem se mostrado onerosa, apresentando dificuldade no manejo e transporte em função do grande volume exigido para se obter produções comerciais. Desta forma, os adubos verdes podem complementar a adubação e viabilizar o sistema de produção familiar, principalmente aqueles em que a pecuária não está integrada dentro da propriedade.

A adubação verde é considerada uma prática simples, uma vez que o produto final é obtido no mesmo lugar ou nas proximidades do local onde será utilizado, apresentando diversos benefícios como proteção do solo, aumento na retenção de umidade e redução de temperatura, melhorias das suas condições químicas, físicas e biológicas e controle de plantas espontâneas (OLIVEIRA et al., 2006; SILVA et al., 2006;

PERIN et al., 2010; TEODORO et al., 2011; GUARESCHI et al., 2012). Essas características são interessantes para a região do Vale do Jequitinhonha que apresenta estação seca bem definida e por vezes, severa (MINUZZI et al., 2007). Entre as várias espécies de famílias botânicas que podem ser cultivadas como adubos verdes, destacam-se aquelas da família Fabaceae.

As leguminosas, além de proporcionarem benefícios semelhantes aos de outras espécies, apresentam a capacidade de realizar a fixação biológica de N_2 (SILVA et al., 2009), que apresentam benefícios sucessivos ao sistema (LOSS et al., 2014). Diversas espécies de leguminosas têm sido utilizadas como adubos verdes, contudo em trabalho no Vale do Jequitinhonha, Teodoro et al. (2011) ressaltaram que o ciclo precoce das espécies *Crotalaria juncea*, *Crotalaria spectabilis* e feijão-de-porco favorece a inserção destas nos sistemas de cultivo com rotação e sucessão de culturas da região. Nesse estudo foi observado o acúmulo de $13,9 \text{ t ha}^{-1}$ de biomassa seca de *C. juncea*, o que significou em acúmulo aproximado de 514; 27; 165; 123; 111 kg ha^{-1} de N, P, K, Ca e Mg, respectivamente, afirmando o potencial desse espécie.

Oliveira et al. (2008) também observaram que a espécie *C. juncea* destacava-se, quando comparada com outras leguminosas, pelo maior acúmulo de massa seca, média de $6,5 \text{ t ha}^{-1}$, e nitrogênio, média de 178 kg ha^{-1} , ressaltando seu potencial para uso na adubação verde em condições do cerrado no Tocantins. Esses autores também ressaltam que a *C. juncea* é precoce na liberação desse nutriente com a decomposição/mineralização de sua biomassa, levando em média 38 dias para liberar metade do conteúdo desse elemento, influenciando positivamente a produtividade das culturas em rotação/sucessão.

Há resultados na literatura mostrando os benefícios do manejo da adubação verde com crotalária em pré-cultivo ao milho (SILVA et al., 2006; SOUZA e GUIMARÃES, 2013), no entanto, para a situação da Caatinga, em condições de Semiárido, os resultados são escassos, praticamente inexistentes. Assim, realizou-se esse trabalho com o objetivo de conhecer os efeitos do pré-cultivo de crotalária (*Crotalaria juncea*) no ambiente produtivo e na cultura do milho, colhido em estágio verde, nas condições edafoclimáticas de Virgem da Lapa, região de caatinga no Vale do Jequitinhonha, Minas Gerais.

Material e métodos

O experimento foi desenvolvido na Escola Família Agrícola de Virgem da Lapa (EFAVL), no período de dezembro de 2008 a junho de 2009, no município de Virgem da Lapa-MG, a 288 metros de altitude, latitude 16° 52' 04,1" S e longitude 42° 19' 29,1" W. A área está localizada em uma zona de transição entre o cerrado e a caatinga, com clima, segundo a classificação de Köppen, do tipo Aw: tropical, quente, com chuvas de verão e inverno seco. Durante a realização do estudo, as médias máximas e mínimas de temperaturas variaram de 31,7 °C a 20,2 °C, com precipitação total de 452,26 mm ano⁻¹. O trabalho foi conduzido em solo classificado como Neossolo Flúvico, textura argilosa. Foi retirada amostra de solo na camada de 0 a 20 cm, que apresentou as seguintes características químicas: 60 g dm⁻³ de matéria orgânica; 5,0 de pH em água; 9,7 mg dm⁻³ de P_{Mehlich1}; 67 mg dm⁻³ de K; 2,2 e 1,3 cmolc.dm⁻³ de Ca e Mg, respectivamente, e 50% de Saturação por Bases.

Foi adotado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com os tratamentos correspondendo a pré-cultivo com crotalária, acrescida de doses de esterco bovino (0, 5, 10, 15, 20, e 25 t ha⁻¹) e uma testemunha, constituída de áreas em pousio com a vegetação espontânea, perfazendo um total de sete tratamentos, com quatro repetições. Antecedendo a semeadura do adubo verde, foi feita uma capina manual em toda a área experimental, 336 m², e efetuada a calagem, com aplicação de 0,185 t ha⁻¹ de calcário dolomítico, baseado na análise química do solo, segundo método da saturação por bases (RIBEIRO et al., 1999). O adubo verde

manejado foi a crotalária juncea (*Crotalaria juncea* L.), em função do seu destaque como uma planta rústica, pela sua capacidade de ciclagem de nutrientes e aporte de N em curto espaço de tempo, além da adaptação a condições de elevadas temperaturas. A crotalária foi usada na forma de pré-cultivo, semeada no dia 3 de dezembro de 2008, na densidade de 30 sementes/metro linear, com espaçamento de 25 cm entre sulcos. Não foi feita irrigação, aproveitando-se à precipitação da época.

Aos 99 dias após a semeadura (DAS), quando a espécie leguminosa encontrava-se em período de floração foi aferida sua massa verde utilizando um quadrado amostrador de madeira, a partir do corte rente à superfície do solo, perfazendo 1 m² central dentro da área útil, em quatro repetições. Desse material foi retirada uma amostra, constituída de uma planta inteira de crotalária, em quatro repetições, para se determinar a umidade e a massa seca acumulada por área. Posteriormente, toda a fitomassa foi acamada ao solo e nas parcelas testemunhas retirada a vegetação espontânea com capina manual.

O milho utilizado foi a variedade "Vencedor", Santa Helena Sementes, escolhida por ser uma variedade comumente encontrada na região. Implantado nas entrelinhas das plantas de crotalária, manejadas na densidade de 5 sementes por cova, com espaçamento de 1 m entre linhas e 0,5 m por cova. As parcelas experimentais foram constituídas por quatro linhas de plantio de milho, espaçadas em 1 m, com 3 m de comprimento cada, comportando 24 covas. A área útil considerada foi aquela ocupada pelas oito covas centrais.

As doses de esterco bovino foram parceladas em 50% na semeadura e 50% em cobertura, aplicadas aos 43 DAS do milho, no entorno de cada cova. A irrigação por aspersão foi necessária imediatamente após a semeadura e adubação de cobertura do milho objetivando complementar as necessidades hídricas da cultura.

O milho foi colhido em estágio verde (R4), sendo realizadas as seguintes avaliações: diâmetro e comprimento das espigas desempalhadas; e produtividade em número de espigas comercializáveis considerando o comprimento maior que 15 cm e diâmetro maior que 3 cm.

Foi estimada a contribuição da fitomassa de crotalária na retenção de umidade no solo no dia da semeadura do milho e aos 42 e 78 DAS. Utilizou um anel volumétrico de alumínio para a coleta do solo à 5 cm de profundidade, em quatro repetições em cada parcela, no horário de 10:30 horas. O material foi pesado e levado à estufa e seco a 105 °C até atingir massa constante.

Avaliou-se também a estimativa da influência da fitomassa de crotalária na temperatura do solo a partir de um termômetro de solo de marca Solotest, modelo 1200, com medições realizadas aos 42 e 78 DAS do milho, em três profundidades, 5, 10 e 15 cm, em solo com a presença e ausência da fitomassa da crotalária, em quatro repetições por tratamento, no horário de 11:30 horas.

A capacidade de abafamento da leguminosa sobre a vegetação espontânea foi determinada aos 78 DAS do milho quantificando-se a população de plantas espontâneas associadas a cada tratamento por meio da coleta do material numa área de 1m² central dentro da área útil, com auxílio de um quadrado amostrador de madeira, posteriormente o material foi identificado quanto ao gênero e espécie. As amostras da crotalária e das plantas espontâneas foram secas em estufa sob circulação forçada de ar a 65 °C até atingir massa com peso estável, para determinação de massa seca. Para determinação dos teores nutricionais da crotalária foi adotado o método proposto por Malavolta et al. (1997).

Para comparar o efeito do pré-cultivo com crotalária em relação à área sob pousio realizou-se o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software SISVAR versão 5.5 (FERREIRA, 2008).

Resultados e discussão

A crotalária apresentou acúmulo de massa verde de parte aérea de 60,83 t ha⁻¹ e massaseca de 22 t ha⁻¹ (Tabela 1) superando os valores encontrados por Teodoro et al. (2011), que foi de 13,9 t ha⁻¹, em plantio no cerrado do Vale do Jequitinhonha; por Oliveira et al. (2008) 6,5 t ha⁻¹, com plantio e manejo na mesma época, porém no cerrado do estado do Tocantins. O elevado acúmulo de fitomassa pela crotalária pode ser atribuído, em parte, às condições climáticas de

elevadas temperatura, pluviosidade e irradiância, presentes no período do experimento, que favoreceram o desenvolvimento da leguminosa.

A produção de fitomassa refletiu-se em grande acúmulo de nutrientes (Tabela 1), afirmando o potencial para a ciclagem dessa leguminosa e principalmente para o aporte de nitrogênio. Guareschi et al., (2012) apontaram que as leguminosas em sistemas de rotação de culturas contribuem de forma significativa para a os estoques de carbono no solo e na composição de qualidade da matéria orgânica nas áreas, principalmente como estoque de N nos sistemas.

No tocante ao aporte de N, Castro et al. (2004) do total de N acumulado em *Crotalaria juncea*, 67 % são oriundos da fixação biológica de N₂ (FBN) e Perin et al. (2006) já apontava que a recuperação de N-FBN foi de 15% do N nos grão de milho após crotalária solteiras. Esses resultados referenciam estimar que no presente trabalho, os valores de N aportados via FBN por essa leguminosa foram em torno de 442 kg ha⁻¹, o que representa uma quantidade acima dos 120 kg ha⁻¹, que recomenda a CFSEMG (1999) para suprir as necessidades de N para produtividade esperada acima de 5.500 kg ha⁻¹ de grãos de milho.

Cabe ressaltar que a vegetação espontânea crescida nas áreas em pousio também pode promover a ciclagem de nutrientes acumulados em sua fitomassa (Tabela 1), porém representam quantidades muito inferiores às acumuladas na fitomassa do adubo verde. Esse fato pode ser devido à baixa acumulação de massa seca pela vegetação espontânea, quando comparada à crotalaria, refletindo assim, no conteúdo de macronutrientes acumulados.

Observou-se que a fitomassa de crotalária mantida sobre o solo após o corte promoveu supressão ao crescimento da vegetação espontânea, reduzindo em 76,13% de massa seca de plantas espontâneas no período compreendido dos 30 aos 78 DAS do milho (Figura 1).

Acredita-se que essa camada formada pela fitomassa da crotalária sobre o solo exerceu um efeito físico sobre a população de plantas espontâneas, atuando sobre a passagem de luz, reduzindo ou impedindo o contato dessas plantas com os raios solares, conseqüentemente, evitando o seu desenvolvimento, desde a germinação das sementes. Contudo, Primavesi

(2002) afirma que o controle de plantas espontâneas por alguns adubos verdes pode ocorrer também pelas modificações químicas do solo, promovidas pelas excreções radiculares, e/ou pelo extrato lixiviado do material roçado, além das modificações físicas do solo, e das restrições físicas promovidas com sombreamento.

Esse efeito “mulch” promovido pela fitomassa da crotalária propicia condições adversas para o estabelecimento de espécies espontâneas, e favoráveis ao desenvolvimento da cultura de interesse. Braz et al. (2006) em um sistema de cultivo orgânico de milho, sob semeadura direta, observaram que a presença de cobertura morta inibiu a germinação de sementes

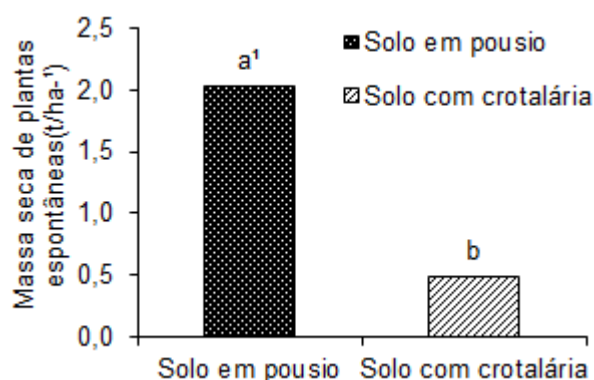
e a emergência de plantas espontâneas. Oliveira et al. (2006) obtiveram redução de duas vezes ao acúmulo de biomassa seca da vegetação espontânea mantendo-se a fitomassa de guandu em cobertura sobre o solo, quando comparado ao solo descoberto. Oliveira et al (2004) destacam a importância do emprego conjunto das práticas com adubos verdes, em pré-cultivo, formando cobertura morta, e/ou conjugada com cultivos consorciados, na capacidade de supressão sobre a vegetação espontânea, predominando na competição por luz, água e nutrientes e abafamento sobre as plantas espontâneas, otimizando os custos com capinas.

Tabela 1 - Conteúdo de macronutrientes acumulados na vegetação espontânea e na *Crotalaria juncea*. EFAVL/UFVJM. Virgem da Lapa-MG.

	Massa seca (t ha ⁻¹)	Macronutrientes (kg ha ⁻¹)					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Vegetação espontânea	2,04 b ¹	31,61 b	1,42 b	33,52 b	18,97 b	3,61 b	2,16 b
<i>Crotalaria juncea</i>	22,00 a	659,34 a	15,74 a	257,65 a	280,18 a	39,70 a	33,8 a

¹Médias seguidas da mesma letra dentro da coluna, não se diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Figura 1 - Massa seca de plantas espontâneas crescidas em áreas pré-cultivadas com crotalária e em pousio. EFAVL/UFVJM. Virgem da Lapa-MG.



¹Colunas seguidas pela mesma letra, não se diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Observou-se modificação na composição florística nas áreas pré-cultivadas com a crotalária, que apresentaram dez espécies

compondo a vegetação que ocorria espontaneamente durante o cultivo do milho, enquanto nas áreas que passaram por pousio

foram identificadas dezesseis espécies (Tabela 2). Não foi observada nas áreas de pré-cultivo a presença das seguintes espécies: *Emilia fosbergii* (falsa-serralha), *Tridax procumbens* (erva-de-touro), *Sonchus oleraceus* (serralha), *Cyperus rotundus* (tiririca), *Leonotis nepetifolia* (cordão-de-frade) e *Portulaca oleracea* (beldroega). Essa modificação na composição florísticas das áreas pode ser reflexo dos possíveis efeitos alopatóicos promovidos pela leguminosa. Souza Filho et al. (1997) e Bradshaw & Lanini (1995), citam que algumas leguminosas são capazes de promover modificações na população de plantas espontâneas, suprimindo-as através da liberação de substâncias alelopáticas durante sua decomposição e pela competição por recursos como água, luz e nutrientes.

De maneira geral, observa-se que o manejo de pré-cultivo com a crotalária pode ter promovido melhorias nas condições de cultivo do ambiente, pois espécies mais agressivas, como a *Cyperus rotundus* (tiririca), que demanda de mão-de-obra constante do produtor para seu controle, teve sua presença inibida. Inibindo a presença da

espécie *Cyperus rotundus* (tiririca), pode-se também favorecer o maior acúmulo de nitrogênio nas áreas, pois segundo Ulbrich et al. (2004), a presença de plantas do gênero *Cyperus* aumenta a atividade de bactérias desnitrificantes na região da raiz, as quais são responsáveis por devolver o nitrogênio dos nitratos e da amônia para a atmosfera, com consequente redução da disponibilidade no solo.

Outro fato importante é que a espécie *Bidens pilosa*, apesar de predominante em ambas as áreas, teve sua ocorrência reduzida (Figura 1, menor acúmulo de massa em vegetação espontânea) nas áreas pré-cultivadas com crotalária, o que pode contribuir com menor imobilização temporária de fósforo e magnésio. Segundo Catunda et al. (2006), a presença da espécie *Bidens pilosa* proporciona maiores reduções nos teores de fósforo e magnésio, com valores acima de 20% dos nutrientes no solo, podendo chegar a 60% para fósforo à medida que se aumenta o número de indivíduos, acirrando a competição da espécie com culturas de interesse econômico.

Tabela 2 - Espécies identificadas em áreas em pousio. EFAVL/UFVJM. Virgem da Lapa-MG.

Nome científico	Família	Nome popular
<i>Alternanthe ratenella</i>	Amaranthaceae	Apaga-fogo
<i>Ageratum conyzoides</i>	Asteraceae	Picão-roxo
<i>Bidens pilosa</i>	Asteraceae	Picão-preto
<i>Emilia fosbergii</i>	Asteraceae	Falsa-serralha
<i>Tridax procumbens</i>	Asteraceae	Ervade-touro
<i>Sonchus oleraceus</i>	Asteraceae	Serralha
<i>Cyperus rotundus</i>	Cyperaceae	Tiririca
<i>Ipomoea triloba</i>	Covulvulaceae	Corde-de-viola
<i>Chamaesyce hirta</i>	Euphorbiaceae	Ervade-santa-luzia
<i>Senna obtusifolia</i>	Fabaceae	Fedegoso
<i>Leonotis nepetifolia</i>	Lamiaceae	Cordão-de-frade
<i>Sida glaziovii</i>	Malvaceae	Guanxuma
<i>Panicum maximum</i>	Poaceae	Capim-colonião
<i>Portulaca oleracea</i>	Portulacaceae	Beldroega
<i>Diodia teres</i>	Rubiaceae	Mata pasto
<i>Richardia brasiliensis</i>	Rubiaceae	Poaia-branca

A ausência da espécie espontânea *Portulaca oleracea* (beldroega) nas áreas pré-cultivadas com crotalária, pode ter evitado a imobilização momentânea de potássio e magnésio nessas áreas, o que ocorria nas áreas em pousio, pois, segundo Fávero et al. (2000), esta espécie apresenta boa capacidade de

acumular esses nutrientes.

A presença da cobertura promovida pela fitomassa da crotalária favoreceu a retenção da umidade no solo, se diferenciando do solo em pousio, nas três datas de avaliação, com valores de 2,29; 2,06 e 3,91 vezes superior, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3 - Umidade gravimétrica do solo na camada de 0 a 5 cm, em função do manejo de cobertura do solo, em três datas de avaliação. EFAVL/UFVJM. Virgem da Lapa-MG.

Cobertura do solo	Umidade no solo (%)		
	Inicial (Semeadura do milho)	Dias após a semeadura do milho	
		42	78
Pousio ²	7,01 b ¹	8,14 b	4,87 b
Fitomassa de crotalária	16,08 a	16,80 a	19,06 a
C.V. (%)	13,78	10,47	11,81

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não se diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. ²Áreas cobertas com fitomassa da vegetação espontânea.

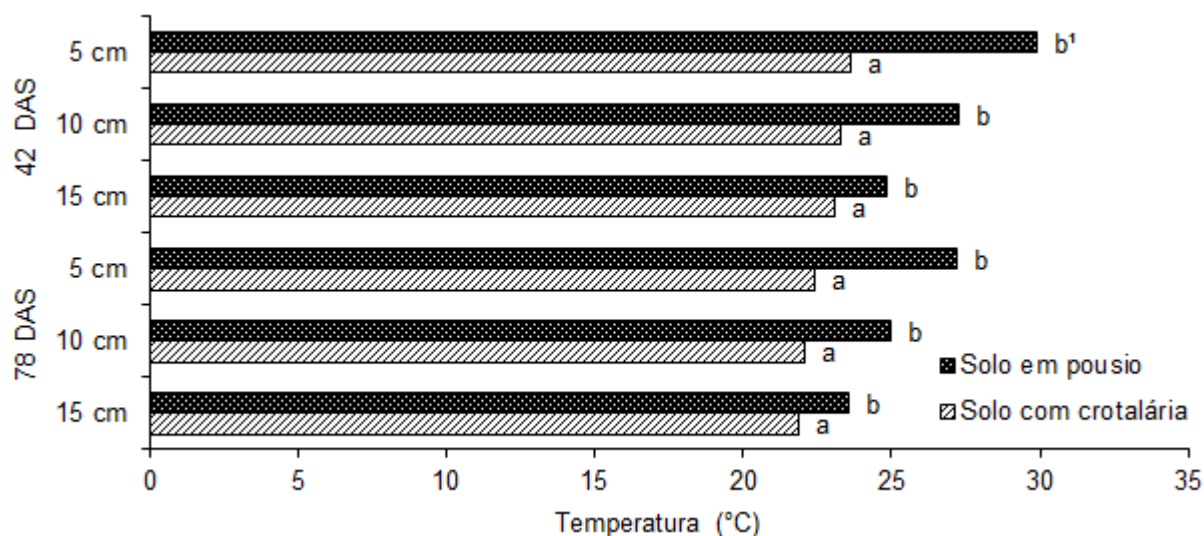
Os maiores teores de umidade observados estão relacionados ao fato de que a fitomassa da crotalária depositada sobre o solo diminuiu sua exposição e evaporação da água, retendo mais umidade. Isso é algo muito importante, pois promover maior acúmulo de água no solo dessa região em estudo pode facilitar o manejo das culturas, já que a mesma se caracteriza por baixa precipitação e altas temperaturas, o que demanda de estratégias de armazenamento de água no solo. Oliveira et al. (2005) ressaltam outros benefícios que a manutenção da cobertura sobre o solo fornece, como amortecer o impacto das gotas da chuva, reduzir a formação de crostas, diminuir o escoamento superficial, permitir maior infiltração da água no solo e manter a umidade em níveis mais elevados.

Apesar da decomposição da fitomassa da crotalária ao longo das avaliações, percebeu-se um aumento nos teores de umidade no solo nas áreas com essa cobertura, fato, provavelmente, relacionado ao maior crescimento do milho nessas áreas, que proporcionou sombreamento no local, favorecendo a retenção de umidade no solo juntamente com a fitomassa remanescente do adubo verde. Resultado interessante, pois significa redução do estresse hídrico à cultura, pela permanência de água no solo. Para Silva et

al. (2000) o período inicial do estágio vegetativo do milho e o início de seu período reprodutivo, são fases de maior exigência de água pela cultura do milho, no entanto, o fornecimento adequado ao longo do ciclo reflete diretamente na produtividade da cultura.

Quanto aos efeitos na temperatura do solo, as leituras realizadas aos 42 DAS nota-se redução na temperatura do solo nas parcelas com fitomassa de crotalária, em comparação ao solo coberto com a vegetação espontânea (pousio), ao longo do perfil do solo estudado, sendo que em camadas mais superficiais a diferença é mais evidente, como nas profundidades de 5, 10 e 15 cm que apresentaram diferenças de 6,25; 3,98; 1,73 °C, respectivamente. Aos 78 DAS às diferenças foram de 4,8; 2,9; 1,68 °C, nas profundidades de 5, 10 e 15 cm, respectivamente (Figura 2). Esse resultado mostra o benefício da cobertura do solo sobre o controle de sua temperatura, até mesmo em camadas mais profundas. Oliveira et al. (2006), também observaram resultado semelhante, inclusive até mais evidente, com a cobertura sobre o solo com fitomassa de guandu promovendo redução em aproximadamente 10 °C, aos 5 cm de profundidade, quando comparado a áreas descobertas.

Figura 2 - Temperatura no solo em função do manejo de cobertura, avaliada em três diferentes profundidades aos 42 e 78 dias após a semeadura de milho. EFAVL/UFVJM. Virgem da Lapa-MG.



¹Barras seguidas pela mesma letra, na mesma profundidade e época de avaliação, não se diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Percebe-se que à medida que a profundidade aumenta, a diferença de temperatura entre o solo coberto com crotalária e o solo em pousio diminui, demonstrando que a camada superficial do solo está exposta à maior incidência de raios solares, e, portanto, as oscilações térmicas são maiores, por isso a presença de material cobrindo o solo pode refletir mais expressivamente no controle dessas oscilações.

Está evidente que o manejo da cobertura do solo pode alterar os processos de aquecimento e resfriamento do solo, com reflexo na umidade, o que torna o controle das oscilações de temperatura do solo algo importante, pois tem reflexos diretos no crescimento e desenvolvimento vegetal. De acordo com Siridas & Pavan (1986), temperaturas do solo acima dos 40 °C são consideradas inadequadas para o desenvolvimento das plantas. Segundo Mota (1989), a temperatura pode afetar três funções importantes no solo: a biológica, a temperatura do mesmo e seus possíveis benefícios, tornando a crotalária ainda mais promissora, sobre este aspecto, para a agricultura na região no Vale do Jequitinhonha.

As plantas de milho crescidas nas áreas pré-cultivadas com crotalária, mesmo ausente da aplicação de esterco, apresentaram maiores valores para os parâmetros produtivos: diâmetro, comprimento e produtividade de espigas (Tabela

4). Observando a produção das plantas crescidas nessas áreas, nota-se aumento de 45,58% no diâmetro e 52,77% no comprimento das espigas, e 43,16% na produtividade (em número de espigas por hectare), quando comparadas com as plantas crescidas em solo de pousio, e não há diferenças significativas entre as áreas com a aplicação da adubação orgânica com esterco, mesmo na maior dose (25 t ha⁻¹).

Acredita-se que esses resultados sejam reflexos dos benefícios observados com o pré-cultivo da crotalária, já apresentados, como maiores umidades e menores temperaturas no solo, maior controle da vegetação espontânea, aliados à significativa quantidade de nutrientes ciclados pela fitomassa da leguminosa, ressaltando a quantidade de N e K (659,34 e 257,65 kg ha⁻¹, respectivamente), que possivelmente podem ter sido disponibilizados para a planta de milho em momentos propícios à absorção. Tomando como referência os resultados de Oliveira et al. (2008), que apontam para a liberação de 50% da quantidade de nitrogênio acumulada na fitomassa de crotalária, em até 38 dias após seu corte, permite a estimativa que a fitomassa da crotalária nesse trabalho promoveria uma adubação equivalente a 300 kg ha⁻¹ de N nesse período. Isso refletiria em melhor estado nutricional e conseqüentemente maior produção. Segundo Duete et al. (2009) a absorção de nutrientes pelo milho no início de seu

desenvolvimento permite tempo suficiente para maior acúmulo de proteína nos tecidos da planta,

refletindo em maior translocação para a formação dos grãos.

Tabela 4 - Diâmetro e comprimento da espiga, e produtividade de espigas, na cultura do milho, em função do manejo da cobertura do solo e adubação com esterco bovino. EFAVL/UFVJM. Virgem da Lapa-MG.

Manejo	Diâmetro da espiga (cm)	Comprimento da espiga (cm)	Produtividade ³ (Nº espigas ha ⁻¹)
Pousio ²	2,830 b ¹	11,540 b	65000 b
Crotalária	4,310 a	17,715 a	92500 a
Crotalária + 5 t esterco	4,002 a	16,880 a	85000 a
Crotalária + 10 t esterco	4,061 a	19,010 a	87500 a
Crotalária + 15 t esterco	4,004 a	16,374 a	85000 a
Crotalária + 20 t esterco	3,960 a	17,728 a	90833 a
Crotalária + 25 t esterco	4,370 a	18,085 a	97500 a
C.V. (%)	6,61	7,77	8,02

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não se diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey. ²Áreas cobertas pela vegetação espontânea e que não receberam adubação. ³ Número de espigas em padrão comercial.

Ganhos na produção de milho para grãos, com o pré-cultivo com a crotalária também foram observados por Silva et al. (2006), trabalhando em um latossolo na situação de cerrado no Mato Grosso do Sul, assim como por Andrioli et al. (2008), trabalhando em um latossolo, em região de transição para o cerrado. Esses últimos observaram que a maior média, em produtividade, foi alcançada pelo cultivo do milho em sucessão à crotalária, apresentando-se 12% superior ao cultivo de milho em pré-safra. Os autores ressaltam a possibilidade de haver maior sincronismo entre a liberação de nutrientes da fitomassa e a marcha de absorção pelo milho quando se usa a crotalária.

Cabe ressaltar que apenas o manejo de pré-cultivo com crotalária, seguida de roçada antes da semeadura do milho, trouxe vários benefícios ao cultivo do milho com ganhos à produção da cultura colhido em estágio verde, mostrando capacidade de substituir totalmente a aplicação de esterco, tornando-se uma alternativa significativa aos produtores da região, por evitar a prática onerosa do uso exclusivo de esterco animal que apresenta dificuldade no manejo e transporte em função do grande volume movimentado.

Conclusões

O pré-cultivo de *Crotalaria juncea*, antecedendo ao milho, confere maior retenção de água no solo, redução na temperatura ao longo do seu perfil, redução no crescimento de plantas espontâneas e mudança na composição florística, aliados à quantidade expressiva de macronutrientes ciclados pela fitomassa da leguminosa, que reflete em ganhos à produção do milho, o que torna uma prática capaz de substituir totalmente a aplicação de esterco, constituindo-se em uma alternativa aos produtores da região.

Agradecimento

À Escola Família Agrícola de Virgem da Lapa pela estrutura de apoio; ao CNPq, MDA/SAF, MDS/SESAN pelo auxílio financeiro; À FAPES pela bolsa Pesquisador Capixaba.

Referências

ANDRIOLI, I.; BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F.; ANDRIOLI, F. F.; COUTINHO, E. L. M. Corn in

no-till system with nitrogen fertilization and soil cover crops preceding. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. V.32, n.4, 1691-1698. 2008.

BRADSHAW, L. & LANINI, W.T. Use of perennial cover crops to suppress weeds in Nicaraguan coffee orchards. **Int. J. Pest Manag.**, v.41, p.185-194, 1995.

BRAZ, A. J. B. P.; PROCÓPIO, S. O.; CARGNELUTTI FILHO, A.; SILVEIRA, P. M.; KLIEMANN, H. J.; COBUCCI, T.; BRAZ, G.B.P. Emergência de plantas daninhas em lavouras de feijão e de trigo após o cultivo de espécies de cobertura de solo. **Planta Daninha**, v.24, n.4, p.621-628, 2006.

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

CATUNDA, M. G.; FREITAS, S. P.; SILVA, C. M. M.; CARVALHO, A. J. R. C.; SOARES, L. M. S. Interferência de plantas daninhas no acúmulo de nutrientes e no crescimento de plantas de abacaxi. **Planta Daninha**, v.24, n.1, p.199-204, 2006.

CFSEMG - COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Milho. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G. & ALVAREZ V., V. H., eds. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais, 5ª Aproximação**. Viçosa, MG, 1999. p.250.

DUETE, R. R. C.; MURAOKA, T.; SILVA, E. C.; AMBROSANO, E. J.; TRIVELIN, P. C. O. Acúmulo de nitrogênio (¹⁵N) pelos grãos de milho em função da fonte nitrogenada em latossolo vermelho. **Bragantia**, v.68, n.2, p.463-472, 2009.

FÁVERO, C.; JUCKSCH, I.; COSTA, L. M.; ALVARENGA, R. C.; NEVES, J. C. L. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.171-177, 2000.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v. 06, n. 02, p. 36-41, 2008.

GUARESCHI, R. F.; PEREIRA, M. G.; PERIN, A. Deposição de resíduos vegetais, matéria orgânica leve, estoque de carbono e nitrogênio e fósforo remanescente sob diferentes sistemas de manejo no cerrado goiano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** (Impresso), v. 36, p. 909-920, 2012.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; PERIN, A.; ANJOS, L. H. C. Abundância natural de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ em sistemas de manejo conservacionista no cerrado. **Bioscience Journal** (UFU. Impresso), v. 30, p. 604-615, 2014.

MALAVOLTA, E; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MINUZZI, R. B.; SEDIYAMA, G. C.; BARBOSA, E. M.; MELO JÚNIOR, J. C. F. Climatologia do comportamento do período chuvoso da Região Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.22, n.3, p.338-344, 2007.

MOTA, F. S. **Meteorologia agrícola**. São Paulo, Nobel, 1989. 201p.

OLIVEIRA, M. L.; RUIZ, H. A.; COSTA, L. M.; SCHAEFER, C. E. G. R. Flutuações de temperatura e umidade do solo em resposta à cobertura vegetal. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.4, p.535-539, 2005.

OLIVEIRA, F. L.; RIBEIRO, R. L. D.; SILVA, V. V.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. Desempenho do inhame (taro) em plantio direto e no consórcio com crotalária, sob manejo orgânico. **Horticultura Brasileira**, v.22, p.638-641, 2004.

OLIVEIRA, F. L.; GUERRA, J. G. M.; JUNQUEIRA, R. M.; SILVA, E. E.; OLIVEIRA, F. F.; ESPINDOLA, J. A. A.; ALMEIDA, D. L.; RIBEIRO, R. L. D.; URQUIAGAS. Crescimento e produtividade do inhame cultivado entre faixas de guandu em sistema orgânico. **Horticultura Brasileira**, v.24, n.1, p.53-58, 2006.

OLIVEIRA, F. L.; FÁVERO, C.; TEODORO, R. B.; GOSCH, M. S.; PADOVAN, M. P. Acúmulo de nutrientes e decomposição de resíduos de leguminosas em solos de cerrado do Estado do

Tocantins, Brasil In: FertBio'2008, 2008, Londrina/PR. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja:SBSC:IAPAR:UEL, 2008. **CD-Rom**.

PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S.; CECON, P. R.; GUERRA, J. G. M.; FREITAS, G. B. Sunnhemp and millet as green manure for tropical maize production. **Scientia Agricola**, Piracicaba, SP, v. 63, p. 453-459, 2006.

PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; CABALLERO, S. S. U.; GUERRA, J. G. M.; GUSMÃO, L. A. Acúmulo e liberação de P, K, Ca e Mg em crotalária e milheto solteiros e consorciados. **Revista Ceres**, v. 57, p. 274-281, 2010.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo**. São Paulo: Nobel, 2002.

RIBEIRO, E. M. Para repensar a história e o desenvolvimento rural do Jequitinhonha. In: RIBEIRO, E. M. (org.) **Feiras do Jequitinhonha: mercados, cultura e trabalho de famílias rurais no semi-árido de Minas Gerais**. Fortaleza: BNB/UFLA, p. 29-46. 2007.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V, V. H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.

SIDIRAS, N. & PAVAN, M. A. Influência do sistema de manejo na temperatura do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 10, n. 3, Campinas, SP, set./dez., 1986.

SILVA, E. L.; PEREIRA, G. M.; CARVALHO, J. A.; VILELA, L. A. A.; FARIA, M. A. **Manejo de irrigação das principais culturas**. 2000. Curso especialização em Sistemas pressurizados de irrigação. Lavras: UFLA/FAEPE, 89 p.

SILVA, E. C.; MURAOKA, T.; BUZETTI, S.; TRIVELIN, P. C. O. Manejo de nitrogênio no milho sob plantio direto com diferentes plantas de cobertura, em Latossolo Vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.3, p.477-486, 2006.

SILVA, P. C. G.; FOLONI, J. S. S.; FABRIS, L. B. & TIRITAN, C. S. Fitomassa e relação C/N em

consórcios de sorgo e milho com espécies de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 1504-1512, 2009.

SOUZA, J. L. de; GUIMARAES, G. P. Alterações químicas do solo decorrentes do pré-cultivo de crotalária, associado à adubação com compostos orgânicos de distintos níveis de nitrogênio. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 3, p. 1-6, 2013.

SOUZA FILHO, A.P.S.; RODRIGUES, L.R.A.; RODRIGUES, T.J.D. Efeitos do potencial alelopático de três leguminosas forrageiras sobre invasoras de pastagens. **Pesqui. Agropecu. Bras.**, v.32, p.165-170, 1997.

TEODORO, R. B., OLIVEIRA, F. L., SILVA, D. M. N., FAVERO, 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.

ULBRICH, A. V.; LEITE, C. R. F.; SOUZA, J. R. P.; ANDRADE, D.S. Ação do imazapic+imazapyr sobre a tiririca (*Cyperus rotundus*) e os desnitrificadores em milho. **Planta Daninha**, v.22, n.4, p.577-582, 2004.

Recebido em: 30/05/2014

Aceito em: 18/09/2014