

**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO  
JEQUITINHONHA E MUCURI – UFVJM**

**MARÍLIA DUTRA MASSAD**

**SISTEMA DE PRÉ-CULTIVO COM CROTALÁRIA NA CULTURA DO  
MILHO NO MÉDIO VALE DO JEQUITINHONHA, MG**

**DIAMANTINA - MG  
2010**

**MARÍLIA DUTRA MASSAD**

**SISTEMA DE PRÉ-CULTIVO COM CROTALÁRIA NA CULTURA DO  
MILHO NO MÉDIO VALE DO JEQUITINHONHA, MG**

**Dissertação apresentada ao Programa  
de Pós-Graduação em Produção  
Vegetal, nível de Mestrado, como  
parte dos requisitos para obtenção do  
título de Mestre.**

**Orientador: Prof. Dr. Fábio Luiz de Oliveira**

**DIAMANTINA - MG  
2010**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO  
JEQUITINHONHA E MUCURI – UFVJM**

**TÍTULO: SISTEMA DE PRÉ-CULTIVO COM CROTALÁRIA NA  
CULTURA DO MILHO NO MÉDIO VALE DO JEQUITINHONHA, MG**

**ALUNA: MARÍLIA DUTRA MASSAD**

**ORIENTADOR: PROF. DR. FÁBIO LUIZ DE OLIVEIRA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, nível de Mestrado, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre.

**APROVADA EM 26/05/2010**

---

**Prof. Dr. Fábio Luiz de Oliveira – UFVJM**

---

**Prof. Dr. Claudenir Fávero**

---

**Prof. Dr. Delacyr da Silva Brandão Júnior**

**DIAMANTINA – MG  
2010**

Com carinho,

A Deus por estar sempre presente em minha vida; ao meu pai, mesmo longe, sempre perto, pelo exemplo de vida; à minha mãe, pelo apoio e incentivo; à Raquel, além de irmã, uma verdadeira amiga; aos meus tios Tinha e Canuto, pelo carinho e por sempre contribuírem com a minha formação; ao Tiago, meu amor e companheiro também nas atividades profissionais.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, a quem entrego meu caminho todos os dias da minha vida, pelo dom da vida e por colocar em meu caminho pessoas especiais!

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), pela estrutura proporcionada durante o curso.

Ao Orientador, Professor Doutor Fábio Luiz de Oliveira, pela orientação, dedicação, conselhos, amizade pessoal, experiências e ensinamentos concedidos, paciência e otimismo.

Ao Co-orientador, Professor Doutor Claudenir Fávero (Paraná), pelos conselhos, apoio, experiências e ensinamentos concedidos.

À Escola Família Agrícola de Virgem da Lapa, em especial ao José Marcos, Dira, José Júlio, Branca, Irmão, Tatiane, Dalva, Maria dos Pobres, e aos alunos, por oferecerem a oportunidade e os meios necessários para a realização deste trabalho. Obrigada pela atenção, acolhida sempre carinhosa, mesmo que inesperada, refeições, amizade, companheirismo e todo o auxílio indispensável em todas as etapas.

À minha família, por sempre permanecer firme ao meu lado nos momentos de decisão, dificuldades e conquistas, sempre me mostrando o caminho da fé e do trabalho honrado, com dignidade e honestidade. Em especial, aos meus pais Massad e Valdemira; à minha irmã Raquel; ao Léo; aos meus tios Tulinha e Canuto; e ao Guguinha pela companhia indispensável.

Ao Tiago e sua família, em especial Pedro e Maria Helena, pelo amor, paciência, incentivo, força, orações e confiança em todo momento.

Meu agradecimento todo especial à amiga Adriana, secretária do Programa de Pós-Graduação, que com tanta atenção, carinho, respeito e responsabilidade nos atende. Obrigada por estar na luta conosco, sempre ao nosso lado, tomando os nossos problemas como seus e nos ajudando a solucioná-los o mais breve!

Ao CNPq e FAPEMIG, pelo incentivo financeiro através de bolsa de pesquisa.

A todos que estiveram na torcida, meus sinceros agradecimentos!

## RESUMO

O trabalho foi realizado com o objetivo de conhecer os efeitos promovidos pelo manejo da adubação verde na forma de pré-cultivo com a crotalária, aliado a doses de esterco bovino, no desempenho da cultura do milho. O experimento foi desenvolvido na área da Escola Família Agrícola de Virgem da Lapa, no município de Virgem da Lapa-MG, no período de dezembro de 2008 a junho de 2009. Foi adotado o delineamento experimental de “blocos ao acaso”, apresentando quatro repetições, com os tratamentos correspondendo a pré-cultivo com crotalária e seis doses de esterco bovino e uma testemunha (pousio). A crotalária foi usada na forma de pré-cultivo. Antes da implantação do experimento, com a semeadura da crotalária, foi feita uma capina manual e efetuada a calagem. Após 99 dias, com a roçagem da crotalária e da vegetação espontânea (pousio), o milho foi implantado. As doses de esterco bovino foram parceladas em 50% no plantio e 50% em cobertura. Quantificou-se a matéria fresca e seca ( $t\ ha^{-1}$ ) do adubo verde, além da composição em macronutrientes. Foi estimada a contribuição da fitomassa de crotalária na retenção da umidade no solo, na temperatura do solo, na capacidade de abafamento da vegetação espontânea, e determinada a composição em macronutrientes. A cultura do milho foi colhida em estágio verde, procedendo-se as avaliações: número de folhas, altura das plantas e da inserção da espiga (m), comprimento e diâmetro da espiga (cm), acumulação de matéria fresca e seca ( $t\ ha^{-1}$ ) nas plantas de milho, grãos, palha e sabugo do milho, e produtividade (número de espigas  $ha^{-1}$ ). Foram determinados os teores de macronutrientes e a quantidade acumulada ( $kg\ ha^{-1}$ ) na parte aérea das plantas do milho. A crotalária apresentou grande potencial para uso na adubação verde, com grande acúmulo de fitomassa seca e nutrientes. As áreas cobertas com resíduos de crotalária apresentaram maior retenção de água no solo e redução na temperatura ao longo do seu perfil. A presença da fitomassa de crotalária promoveu redução no crescimento de plantas espontâneas, com 76,13% menos massa seca acumulada, durante o ciclo do milho, além de mudança na composição florística das áreas, com a redução do número de espécies presentes, em seis espécies a menos que no cultivo em solo com pousio. A crotalária, independente da dose de esterco aplicada, influenciou o desenvolvimento vegetativo e produtivo do milho, promovendo as maiores alturas de plantas e de inserção da espiga, maior número de folhas, valores de matéria verde e seca para as plantas inteiras, grãos, palhas da espiga e sabugo. O mesmo foi observado para os parâmetros produtivos de diâmetro, comprimento e produtividade de espigas de milho em estágio verde. As plantas de milho crescidas nas áreas pré-cultivadas com crotalária apresentaram valores superiores quanto aos teores de N e P. De

forma geral, a fitomassa da crotalária pré-cultivada ao milho supriu as exigências da cultura, demonstrando o potencial de substituição ao uso do esterco bovino, como fertilizante alternativo.

Palavras-chave: Adubação verde, adubo orgânico, plantio direto, nutrição, *Zea mays*.

## ABSTRACT

This work aimed to identify the effects promoted by the management of green manure in pre-cultivation with *C. juncea*, using doses of manure, on the performance of corn cultivation. The experiment was carried out at the Agricultural Family School of Virgem da Lapa, in the town of Virgem da Lapa-MG from December, 2008 to June, 2009. A randomized trial of "randomized block", with four replications, with treatments corresponding to pre-cultivation with crotalaria and six doses of manure and a control (resting). The crotalaria was submitted pre-cultivation. Before the implementation of the experiment, with the cultivation of crotalaria, one manual weeding and liming was done. After 99 days, with the rustle of crotalaria and spontaneous vegetation, corn was implanted. The cattle manure were applied with 50% at planting and 50% at coverage. The green manure was quantified in the fresh and dry matter ( $t\ ha^{-1}$ ), as well as composition in macronutrients. It was estimated the contribution of crotalaria biomass in moisture retention of soil, soil temperature, the smoother ability of weeds, and determined the composition of macronutrients. The corn crop was harvested in green stage carrying the evaluations: number of leaves, plant height and ear height (m) length and ear diameter (cm), fresh and dry matter accumulation ( $t\ ha^{-1}$ ) in corn, beans, starw and cob, and productivity (number of ears  $ha^{-1}$ ). The contents of macronutrients and accumulation ( $kg\ ha^{-1}$ ) in the shoots of maize. The crotalaria showed great potential for green manure, with accumulation of dry weight and nutrients. Areas covered with crotalaria waste showed higher water retention of soil and reduction in temperature along its profile. The presence of the dry mass of crotalaria decreased the growth of weeds with 76.13% less dry mass accumulated during the entire crop cycle, there were changes in floristic composition of the areas and also a reduction in the number of species, with six species less than in the culture of land fallow. The crotalaria, irrespective of the manure dose applied, influenced plant growth and production of corn, promoting the highest plant height and ear height, increased number of leaves, values of fresh and dry mass for whole plants, grain, straw and cob. The same was observed for the production parameters of diameter, length and yield of corn cobs in the green stage. Corn plants grown in areas pre-cultured with crotalaria showed higher values for the levels of N and P. In general, the biomass of crotalaria pre-grown with corn has met the requirements of culture, demonstrating the potential to replace the use of manure as an alternative fertilizer.

Keywords: Green manure, organic fertilizer, tillage, nutrition, *Zea mays*.



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	01
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b>	02
2.1. Caracterização da região	02
2.2. Uso de esterco na adubação orgânica	03
2.3. Adubação verde	05
2.4. Adubação verde em pré-cultivo	07
<b>3. OBJETIVO</b>	08
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b>	08
4.1. Caracterização da área experimental	08
4.1.1. Localização e período	08
4.1.2. Clima	09
4.1.3. Solo	09
4.2. Delineamento experimental e tratamentos estudados	10
4.3. Condução do experimento	11
4.3.1. Implantação	11
4.4. Parâmetros avaliados	11
4.5. Tratamentos dos dados	14
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	14
<b>6. CONCLUSÕES</b>	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

## 1. INTRODUÇÃO

A região do Vale do Jequitinhonha é composta, em sua maioria, por agricultores familiares, que produzem para satisfazer a necessidade alimentar, comercializando o excedente. Os agricultores familiares do Vale estão organizados de várias formas. Uma delas é em associações, que estão fortemente presentes por toda a região. Essas associações desempenham diversas funções, dentre elas a gestão das Escolas Família Agrícola - EFA. As EFA's utilizam um modelo educacional específico, que as identificam e sustentam. Esse modelo é fundamentado na Pedagogia da Alternância, ou seja, alternância integradora entre o meio familiar, sócio-profissional e o centro escolar. Uma pedagogia que propõe uma aprendizagem a partir da realidade do estudante, das experiências familiares, sociais e profissionais e não se limita aos espaços e tempos da escola, buscando interagir a prática com a teoria. A Alternância na formação, como um novo sistema educativo, nasceu empiricamente na França, a partir de 1935, com um grupo de camponeses, preocupados com os problemas sócio-econômicos do meio rural. Os camponeses queriam que seus filhos e suas filhas tivessem uma formação, mesmo que continuassem no campo, como agricultores, e que essa formação fosse humanista, profissional e geral, integrada à realidade do campo (BEGNAMI, 2003).

No Estado de Minas Gerais existem, atualmente, dezoito EFA's em funcionamento, sendo oito delas no Vale do Jequitinhonha. A EFA de Virgem da Lapa é a primeira EFA implantada no Vale do Jequitinhonha e oferece acesso ao Ensino Fundamental, com conteúdos regulares do currículo, juntamente com disciplinas específicas em agropecuária, buscando o desenvolvimento regional, tendo como referência a cultura local e o potencial produtivo de novas técnicas agrícolas (BENCINI, 2005). Assim, os estudantes da EFA, por serem filhos de agricultores que vivem uma estreita relação com o meio e os nichos ambientais, conhecem as dificuldades de se operar os recursos naturais e econômicos na realidade do semi-árido mineiro, onde a demanda por geração e adaptação de técnicas de manejos diferenciados do sistema produtivo se torna muito evidente.

Em dezembro de 2007, iniciou-se o projeto intitulado "Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável como base para as Escolas Família Agrícola de Minas Gerais", desenvolvido em parceria entre a Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri e a Associação Mineira das Escolas Família Agrícola – AMEFA. Esse projeto contemplou, dentre outros, um eixo que tratava das experimentações como forma de construção do conhecimento Agroecológico. Assim, no planejamento dessas experimentações

de forma participativa e coletiva, surgiu a demanda apresentada pela EFA de Virgem da Lapa por uma forma de adubação alternativa à convencional, com fertilizantes sintéticos, e que promovesse a redução no uso de esterco de origem animal, forma utilizada no momento, mas que se torna uma dificuldade pelo volume de esterco movimentado, que precisa ser obtido em fazendas da região.

Na discussão surgiu a idéia de se testar a técnica da adubação verde, que é considerada uma prática agrícola mais simples que a adubação orgânica com resíduos de origem animal, uma vez que o produto final é obtido no mesmo lugar ou nas proximidades do local onde será utilizado (CARVALHO e AMABILE, 2006). Inúmeros são os benefícios promovidos pela adubação verde, dentre eles a proteção do solo e melhorias das suas condições químicas, físicas e biológicas.

A *Crotalaria juncea* é uma planta que apresenta potencial como adubo verde, de origem indiana (MONTGOMERY, 1954), cultivada desde os tempos pré-históricos. A planta se adapta bem aos climas tropicais e subtropicais. Ao longo de sua história, tem sido cultivada para enriquecimento do solo com diversos nutrientes e para a diminuição da população de nematóides (RIBAS et al. 2003).

Diversas culturas são beneficiadas com o pré-cultivo da crotalária; dentre elas, pode-se citar o milho (*Zea mays*). O milho apresenta grande importância econômica, caracterizada pelas suas diversas formas de utilização, desde a alimentação animal até a alimentação humana e industrial de alta tecnologia.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. Caracterização da região**

O Vale do Jequitinhonha é coberto por cerrado, campos, e vegetação de transição para caatinga e mata atlântica. A região não sofreu todos os impactos da Revolução Verde, da década de 70, de forma que a essência dos sistemas produtivos nas comunidades rurais permanece. A produção baseia-se em plantio de mantimentos, coleta, trabalho familiar e beneficiamento primário, sendo bastante diversificada. Os sistemas produtivos usam a força da terra e o manejo da vegetação para repor a fertilidade dos solos e a população rural satisfaz grande parte de suas necessidades alimentares com produção autônoma. A comercialização é

reduzida, quase que exclusivamente local, em pequena escala nos mercados locais e feiras livres (RIBEIRO et al., 2007). Na região do Vale do Jequitinhonha estão inseridas várias Escolas Família Agrícola (EFA's) vinculadas à Associação Mineira das Escolas Família Agrícola (AMEFA), dentre elas, encontra-se a Escola Família Agrícola de Virgem da Lapa.

A Escola Família Agrícola de Virgem da Lapa promove experiências em educação rural, envolvendo a comunidade através dos educandos que agem como multiplicadores das tecnologias e dos conhecimentos adquiridos. Além de completar a educação básica, contribui para o desenvolvimento local com a permanência na região em que vivem. Portanto, ensinar os conceitos de desenvolvimento sustentável e preservação ambiental, pode ajudar na preservação do meio ambiente, além de promover o aumento da produção agrícola da região.

Virgem da Lapa é um município do Estado de Minas Gerais que teve sua origem em 1729, quando o capitão-mor Antônio Pereira dos Santos recebeu uma sesmaria entre os rios Araçuaí e Jequitinhonha. Em 1840, cria-se a paróquia de São Domingos de Araçuaí, elevada a distrito de Araçuaí, em 1889. Emancipa-se em 1948, recebendo a denominação de Virgem da Lapa (SECRETARIA DA CULTURA, 1999). Atualmente, sua população é de 14.685 pessoas (IBGE, 2009).

## **2.2. Uso de esterco na adubação orgânica**

Atualmente, a busca da sustentabilidade é um dos objetivos primordiais dos sistemas de produção agrícola. Entende-se por sustentabilidade a condição de ser capaz de perpetuamente colher biomassa de um sistema, sem comprometer sua capacidade de se renovar ou de ser renovado (GLIESSMANN, 2001). É fundamental que processos relacionados à perda de nutrientes sejam minimizados, por meio de modificações e adequações de práticas conservacionistas, de maneira a otimizar o aproveitamento dos nutrientes nos sistemas de produção. O cultivo dos solos com retirada contínua da produção, sem adoção de práticas que visem pelo menos à reposição de restos vegetais, promove no decorrer do tempo, deterioração de suas características físicas, químicas e biológicas, principalmente devido à redução dos teores de matéria orgânica no solo, pois ela é a principal reserva de N e responde por grande parte da CTC do solo (BARRETO e FERNANDES, 2001).

Um dos efeitos positivos da aplicação de matéria orgânica é o suprimento de nutrientes de forma equilibrada. A disponibilidade de nutrientes com a adubação orgânica pode ser considerada sob dois aspectos. O primeiro é que a mesma constitui uma fonte direta

de macro e micronutrientes, via processo de mineralização. O segundo se refere à participação da fração orgânica em processos que melhoram a disponibilidade de tais nutrientes (SILVA et al., 2004).

Dentre as estratégias que caracterizam o manejo da fertilidade do solo nos sistemas de produção com base ecológica, destaca-se a aplicação de adubos orgânicos de origem animal, os esterco. De maneira geral, essa prática favorece a manutenção da matéria orgânica do solo, melhorando suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Do ponto de vista físico, o uso de esterco promove o aumento da estabilidade de agregados, associado à redução da densidade do solo (ANDREOLA et al., 2000). Com relação às propriedades químicas, o emprego de esterco promove melhorias na estrutura do solo, resultando no aumento de trocas catiônicas (CTC) e no aproveitamento dos nutrientes potencializando o desempenho produtivo das culturas (OLIVEIRA et al., 2007).

Segundo Silva et al. (2004), o esterco bovino aumenta a retenção de água no solo, provavelmente devido à formação de agregados. A matéria orgânica do esterco atua como agente cimentante na formação dos agregados. O teor de água disponível no solo também aumenta com o aumento da dose de esterco aplicada, nas duas profundidades do solo, 0-20 cm e 20-40 cm. De modo geral, a maioria das substâncias orgânicas do solo aumenta sua capacidade de retenção de água devido ao acentuado caráter hidrofílico. Além de o esterco aumentar a retenção e disponibilidade de água, ocorre aumento nos teores de fósforo, potássio e sódio, na camada do solo de 20-40 cm. Esses autores também observaram efeitos na produção do milho verde, com o esterco proporcionando aumento no número total de espigas verdes empalhadas e comercializáveis. O peso de espigas verdes empalhadas comercializáveis aumentou linearmente com a aplicação das doses de esterco, inclusive o rendimento de grãos. A aplicação de esterco bovino é um meio efetivo para aumentar o rendimento de espigas verdes comercializáveis de milho, promovendo aumento no número e peso de espigas empalhadas ou desempalhadas, além de elevar o rendimento de grãos.

Além do esterco bovino, outros adubos orgânicos podem ser usados como fornecedores de nutrientes às culturas, como é o caso da “cama” de aviário. Segundo Oliveira et al. (2006b) a adubação orgânica com cama de aviário aplicada parceladamente proporciona aumento para os teores de nitrogênio, fósforo e potássio e também para o diâmetro, massa fresca, massa seca e produtividade da alface.

Conforme Oliveira et al. (2003) a adubação suplementar de cobertura com esterco de “cama” de aviário promove aumentos significativos e diretamente proporcionais às doses empregadas, com referência à fitomassa total da parte aérea fresca, peso da “cabeça”,

produtividade e teores de N, P, K, Ca e Mg das folhas, além de reduzir o ciclo da cultura do repolho, o que também foi influenciado pelos níveis de suplementação.

A aplicação de doses crescentes de “cama” de aviário proporciona aumento linear nos teores de nitrogênio das folhas e rebentos de taro, além de número de rebentos por planta. Pode-se destacar, portanto, a influência do fornecimento de uma fonte orgânica com elevado teor de N sobre os ganhos em quantidade de rebentos. Considerando-se que parte desse nutriente encontra-se na forma de proteína no taro, a prática da adubação orgânica com “cama” de aviário favoreceu o aumento da qualidade nutricional dessa hortaliça (OLIVEIRA et al., 2008a).

Apesar da adubação orgânica com resíduos de origem animal apresentar todos esses benefícios, essa é considerada uma prática agrícola com maior dificuldade de manejo em função do volume de material, que normalmente precisa ser transportado de um lugar para o outro, onde será aplicado. Assim, práticas mais simples de adubação orgânica têm sido discutidas na forma de adubação verde, com resíduos de origem vegetal, uma vez que o produto final pode ser obtido no mesmo lugar ou nas proximidades do local onde será utilizado (CARVALHO e AMABILE, 2006).

### **2.3. Adubação verde**

Adubação verde é conceituada como o uso de plantas em rotação ou consórcio com culturas de interesse econômico, tendo seus resíduos incorporados ao solo ou mantidos na superfície, em geral, permitindo a melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo, além do controle das plantas espontâneas (AQUINO e ASSIS, 2005). Essa técnica de adubação se apresenta interessante para as pequenas propriedades rurais, já que o adubo verde pode ser manejado de várias formas com as culturas de interesse econômico, permitindo maior eficiência no uso dos recursos disponíveis (ALTIERI, 1989).

Dentre os processos promovidos pela adubação verde, merecem destaque a fixação biológica do nitrogênio, em associações simbióticas, e a disponibilização de fósforo em associações micorrízicas (SILVA et al., 2004).

Os benefícios dessa forma de adubação são conhecidos, citando-se a proteção do solo controlando a erosão, manutenção de elevada taxa de infiltração de água no solo, evitando o escoamento superficial e alimentando os lençóis freáticos, promoção de maior segurança às culturas contra a seca aumentando a capacidade de retenção de água do solo, promoção

contínua de aporte de fitomassa e nitrogênio, mobilização e reciclagem de nutrientes, redução da população de plantas espontâneas, em razão do controle natural exercido pelos adubos verdes, obtenção de condições ambientais favoráveis ao incremento da vida no solo (SOUZA e PIRES, 2002).

Plantas de diversas famílias podem ser usadas para a prática da adubação verde, havendo preferência pelas leguminosas por apresentarem capacidade de fixação de nitrogênio mediante associação simbiótica entre as leguminosas e as bactérias do gênero *Rhizobium* (CARVALHO e AMABILE, 2006). Segundo Perin et al. (2004), o manejo da adubação verde com a fitomassa da leguminosa crotalária representou acúmulo de N equivalentes a 305,04 kg ha<sup>-1</sup>, em parte aérea, enquanto o milho (gramínea) apresentou 96,79 kg ha<sup>-1</sup>. Dessa forma, a capacidade de acúmulo de grande quantidade de N em curto espaço de tempo, o grande potencial no aporte de N ao solo através do material decomposto e a associação com bactérias que promovem a fixação de nitrogênio ao solo, faz com que a leguminosas, como as crotalárias, sejam espécies de grande interesse em sistemas que preconizam incorporação de N. Outra característica importante das leguminosas é a baixa relação C/N, quando comparadas às outras famílias. Este aspecto, juntamente com a grande presença de compostos solúveis, favorece sua decomposição e mineralização por microrganismos do solo e a reciclagem de nutrientes (PERIN et al., 2004).

Segundo Cesar et al. (2007), a adubação verde, através do consórcio com *C. juncea* e pimentão, teve influência positiva na produtividade, possivelmente devido ao aporte suplementar de nutrientes que a adubação verde proporcionou. Os benefícios à produtividade do pimentão, em sistema orgânico de cultivo, assim como o desbaste de ramos foi capaz de estimular o desenvolvimento dos frutos, refletindo, o aporte suplementar de nitrogênio derivado da palhada roçada em decomposição oriundo tanto do solo quanto da fixação biológica de nitrogênio. Após o corte das leguminosas, empregadas para cobertura do solo e adubação verde, ocorre imobilização temporária dos nutrientes na biomassa, a liberação acontece à medida que a palhada é decomposta. Nesse processo de decomposição o nitrogênio é liberado, somando-se a transferência adicional desse nutriente oriundo da fixação biológica. A crotalária beneficiou também o “pegamento” das mudas transplantadas de pimentão, acelerando este processo e retendo umidade no solo, isso se deve ao sombreamento inicial promovido pela crotalária, que melhora o desenvolvimento vegetativo do pimentão.

Segundo Heinrichs et al. (2005), em um consórcio de milho com adubos verdes, o rendimento de grãos de milho no segundo ano foi 20 % maior no tratamento com feijão-deporco em relação à testemunha que foi sem adubo verde consorciado. Possivelmente, o milho

cultivado no segundo ano foi beneficiado pela maior disponibilidade de nutrientes, principalmente nitrogênio, proporcionada pela maior produção de fitomassa do adubo verde no ano anterior. A consorciação de milho com feijão-de-porco não atrapalhou a colheita mecânica do milho, por ser o feijão-de-porco uma espécie de hábito de crescimento prostrado.

#### **2.4. Adubação verde em pré-cultivo**

As plantas utilizadas como adubos verdes promovem a ciclagem de nutrientes e contribuem na qualidade e incrementos do teor de matéria orgânica e na atividade da biota do solo. Dentre as diversas formas de manejo dos adubos verdes, o pré-cultivo pode promover maior disponibilidade de nutrientes para os cultivos sucessivos, através da ciclagem dos nutrientes das camadas mais profundas para camadas superficiais do solo (CARVALHO e AMABILE, 2006), além do acúmulo de matéria orgânica no solo, através dos resíduos das plantas que são adicionados. Segundo Núñez et al. (2003), o sistema de pré-cultivo aumenta o teor de matéria orgânica no solo ( $42,2 \text{ g kg}^{-1}$ ), quando comparado a um solo preparado sob o sistema convencional ( $24,5 \text{ g kg}^{-1}$ ), com revolvimento do solo. Os benefícios também foram notados quanto à erosão do solo, que é menor em solos sob pré-cultivo,  $269 \text{ kg ha}^{-1}$ , que sob o sistema convencional,  $1543 \text{ kg ha}^{-1}$ , durante o ciclo de cultivo do pepino. Esse sistema de manutenção da matéria orgânica no solo favorece a estabilidade dos agregados, evitando a erosão do solo.

A fitomassa depositada sobre o solo atua como reguladora de temperatura e da água do solo, no enriquecimento de matéria orgânica, na prevenção das diversas modalidades de erosão e no impedimento da emergência de plantas espontâneas. Braz et al. (2006), em um sistema de cultivo orgânico de milho, sob semeadura direta, recomendou o pré-cultivo de espécies que produzam grandes quantidades de palha, possibilitando a cobertura do solo para reduzir as plantas espontâneas, pois a presença de cobertura morta inibiu a germinação de sementes e a emergência de plantas espontâneas, principalmente de sementes pequenas, com pouca reserva.

Verificam-se outros benefícios no uso de leguminosas na adubação verde em pré-cultivo e consórcio. Castro et al. (2004), notou contribuição significativa no fornecimento de N para a cultura da beringela. A quantidade de N introduzida pela fixação biológica derivada da adubação verde, em pré-cultivo e consorciada, foi suficiente para compensar o N exportado pela colheita de frutos da beringela.



Fontanétti et al. (2006), em um trabalho de avaliação de três espécies de adubos verdes na produção de alface americana e repolho, concluiu que dentre os adubos verdes estudados, a *C. juncea* apresentou a maior produção de matéria seca e os maiores acúmulos dos nutrientes N, P, K, Mg, B, Mn e Zn, sendo, portanto, a espécie mais promissora para o aporte de nutrientes ao solo, advindo da decomposição/mineralização da biomassa. A utilização dos adubos verdes como complemento ao composto orgânico, mesmo no primeiro ano de cultivo orgânico, o qual representa um sistema em início de conversão, permitiu a obtenção de cabeças comerciais de alface americana e de repolho com peso satisfatório para o mercado, demonstrando que a adubação verde pode ser considerada uma prática promissora na produção dessas hortaliças em um sistema orgânico.

Carvalho et al. (2004), em um trabalho de milho em sucessão a adubos verdes, verificou que no tratamento em que a cultura antecessora foi a crotalária, a produtividade de grãos foi 18% superior ao tratamento de pousio. Esse resultado pode ser explicado pela capacidade que a crotalária tem em fornecer N para o milho em sucessão, já que, na área de pousio, predominavam gramíneas. Além disso, a crotalária apresentou grande quantidade de matéria seca produzida.

### **3. OBJETIVO**

Este trabalho foi realizado tendo como objetivo conhecer os efeitos promovidos pelo manejo da adubação verde, na forma de pré-cultivo com crotalária (*Crotalaria juncea*), aliado à doses de esterco bovino, no desempenho da cultura do milho (*Zea mays*), nas condições edafoclimáticas de Virgem da Lapa – MG, região de caatinga no médio Vale do Jequitinhonha.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. Caracterização da área experimental**

#### **4.1.1. Localização e período**

O experimento foi desenvolvido na área da Escola Família Agrícola de Virgem da Lapa (EFAVL), no município de Virgem da Lapa-MG, região de caatinga, na safra

2008/2009. Um ponto de referência para a área apresentou as seguintes coordenadas geográficas: latitude 16° 52' 04.1'' S, longitude 42° 19' 29.1'' W e altitude de 288 metros em relação ao nível médio dos mares.

#### 4.1.2. Clima

O clima da região, segundo a classificação de Koppen é do tipo Aw: tropical, quente, com chuvas de verão e inverno seco. Durante o desenvolvimento do trabalho, 3 de dezembro de 2008 a 04 de junho de 2009, as médias máximas e mínimas de temperaturas variaram de 31,7°C a 20,2°C, com precipitação total de 452,26 mm ano<sup>-1</sup> (AGRITEMPO, 2009).

#### 4.1.3. Solo

O experimento foi conduzido em solo classificado como neossolo flúvico, textura argilosa. O resultado da análise química do local do experimento, antes da sua implantação é apresentado no Quadro 1, a seguir.

**Quadro 1.** Características químicas do solo da área experimental, na profundidade de 0-20 cm.

<b>pH</b> (água)	<b>N</b>	<b>P</b> (mg.dm <sup>-3</sup> )	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b> (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	<b>Al</b>	<b>H+Al</b>
5,0	410,0	9,7	67,0	2,2	1,3	0,2	3,7

<b>SB</b> (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	<b>t</b> (cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> )	<b>T</b>	<b>V</b> (%)	<b>MO</b> (dag.kg <sup>-1</sup> )
3,7	3,9	7,4	50	6,0

<b>Areia</b>	<b>Silte</b> (dag.kg <sup>-1</sup> )	<b>Argila</b>
43	21	36

## 4.2. Delineamento experimental e tratamentos estudados

Foi adotado o delineamento experimental de “blocos ao acaso”, com os tratamentos correspondendo a pré-cultivo com crotalária e seis doses de esterco bovino (0, 5, 10, 15, 20, e 25 t ha<sup>-1</sup>) e uma testemunha, constituída de áreas em pousio com a vegetação espontânea, perfazendo um total de sete tratamentos, com quatro repetições.

A área total do experimento foi de 336 m<sup>2</sup>, sendo cada parcela constituída por quatro linhas de plantio de milho, espaçadas de 1 m, com 3 m de comprimento cada, comportando 24 covas, com 5 indivíduos cada, distanciadas entre si por 0,5 m. A área útil considerada foi àquela ocupada pelas seis covas mais centrais, ou seja, as duas linhas centrais e as três covas centrais de cada uma dessas duas linhas, desconsiderando 1 m de bordadura de cada lado da parcela. Para as avaliações relativas ao desenvolvimento do adubo verde foram estabelecidas regiões de corte perfazendo 1 m<sup>2</sup>, dentro da área útil mencionada, utilizando-se para tanto um quadrado amostrador de madeira.

Foi escolhido o milho como cultura teste, por ser uma das principais cultivadas no período outono-inverno na região, período no qual se conduziu o experimento. O milho apresenta grande importância social e econômica no Vale do Jequitinhonha, sendo relevante seu consumo na alimentação humana e animal, além do excedente da produção ser comercializado em feiras locais. A variedade utilizada foi a “Vencedor”, Santa Helena Sementes, escolhida por ser uma variedade encontrada na região.

O adubo verde testado foi a crotalária juncea (*Crotalaria juncea* L.), em função do seu destaque como uma planta rústica, de eficiente desenvolvimento vegetativo, adaptada a condições de baixa fertilidade e 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 de sulco, em duas linhas entre as linhas do milho, no espaçamento entrelinhas da crotalária de 0,70 m. Não foi feita irrigação devido à precipitação ser satisfatória ao desempenho da cultura. As sementes foram provenientes do estado de São Paulo, sendo colhidas da safra 2007/2008.

O histórico de uso da área foi com cultivos de milho, quiabo e abóbora, rotacionado no tempo. A abóbora foi à última cultura implantada.

### **4.3. Condução do experimento**

#### **4.3.1. Implantação**

Antes da implantação do experimento, com a semeadura da crotalária, foi feita uma capina manual e efetuada a calagem em toda a área, com aplicação de  $0,185 \text{ t ha}^{-1}$  de calcário dolomítico, baseado na Análise Química do Solo, objetivando a elevação da saturação por bases (V%) para 60%, conforme a exigência da cultura do milho. Não foi feita adubação para o milho, para evidenciar os benefícios da adubação realizada com a crotalária, além das doses de esterco bovino.

Após o acamamento da crotalária e da vegetação em pousio, o milho foi implantado, sendo semeadas 5 sementes por cova, no espaço entre as linhas onde estavam as plantas de crotalária. A semeadura foi realizada no dia 12 de março de 2009. As doses de esterco bovino foram parceladas em 50% no plantio e 50% em cobertura, aplicada aos 43 dias do plantio, no entorno do grupo de plantas de cada cova.

Foi observada baixa incidência de lagarta desfolhadora e lagarta do cartucho, possivelmente devido à presença da vespa-predadora, não sendo necessária qualquer intervenção para controle dessa lagarta.

A irrigação por aspersão foi necessária imediatamente após a semeadura, e após a adubação de cobertura do milho objetivando complementar as necessidades hídricas da cultura. Desde o plantio, até a colheita do milho foram feitas quatro irrigações, nos períodos de estiagem. Toda a água utilizada na EFA de Virgem da Lapa é captada do rio Araçuaí, o qual contorna a área da escola, possibilitando o procedimento da irrigação nas culturas.

### **4.4. Parâmetros avaliados**

Quantificou-se a produtividade de fitomassa da crotalária a partir de amostras obtidas aos 99 dias da semeadura, quando esta se encontrava no período de floração. As amostras foram obtidas por meio de corte das plantas rente a superfície em  $1\text{m}^2$  da área útil. Após a obtenção do peso da matéria verde, o material foi devolvido à área.

Desse material foi retirada uma amostra, constituída de uma planta inteira de crotalária, em quatro repetições, com peso médio de 200g de matéria fresca, para se determinar a umidade e se estimar a matéria seca acumulada por área. A amostra foi colocada

para secagem em estufa sob circulação forçada de ar, a aproximadamente 65°C, até atingir peso constante.

Nesta mesma amostra foi determinada a composição em macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S). O conteúdo de N foi determinado após digestão sulfúrica e destilação em Kjeldhal, adaptado da determinação conduzida para solo (BREMNER e MULVANEY, 1982). Para determinação dos teores de P, K, Ca, Mg e S, foi efetuada a digestão nítrico-perclórica (BATAGLIA et al., 1983) da matéria seca da parte aérea de cada tratamento, obtendo-se extratos para determinação dos teores de P por colorimetria através da formação da cor azul do complexo fosfato-molibdato em presença do ácido ascórbico; K por fotometria de chama, S por turbidimetria; Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica, baseado no método recomendado por Bremner e Mulvaney (1982).

Foi estimada a contribuição da fitomassa de crotalária na retenção de umidade no solo. A estimativa foi realizada no dia da semeadura do milho e aos 42 e 78 dias após a semeadura (DAS). Foi feita a coleta do solo com anel volumétrico de alumínio 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 em latas de alumínio e seco a 105°C até atingir peso constante.

Avaliou-se também a estimativa da influência da fitomassa de crotalária na temperatura do solo. A temperatura do solo foi obtida por um termômetro de solo de marca Solotest, modelo 1200, com medições realizadas aos 42 e 78 dias após o plantio 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.

Aos 30 dias após a semeadura do milho, foi feita uma capina manual em todos os tratamentos. A determinação da capacidade de abafamento da leguminosa sobre a vegetação espontânea foi realizada aos 78 dias após o plantio do milho, quantificando-se a população de plantas espontâneas associadas a cada tratamento, através da coleta do material numa área útil de 1m<sup>2</sup>, em cada parcela, com um quadrado amostrador de madeira. O material foi identificado quanto ao gênero e espécie, em seguida levado para secagem em estufa sob circulação forçada de ar a 65°C, até atingir peso constante, para determinação de massa seca. Dessa mesma amostra foi determinada a composição em macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S).

A produtividade do milho foi avaliada quando este se encontrava no estágio de “milho verde” por ser comum o seu uso neste estágio como alimentação pela população da região.

No desenvolvimento da cultura, foram feitas as seguintes avaliações nas plantas de milho da área útil: número de folhas em cada planta aos 43 e 78 DAS; altura das plantas aos

43 e 78 DAS, medida do colo até a inserção da última folha; altura da inserção da espiga aos 85 DAS, medida do colo até a inserção da espiga; determinação dos teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) em amostras da parte aérea das plantas, coletadas aos 85 dias da semeadura.

No momento em que as espigas atingiram o ponto de “milho verde” foram realizadas avaliações nas espigas e na produção de biomassa. As espigas colhidas de cada parcela foram desempalhadas, medidas com régua graduada e com paquímetro (marca Western) tomando-se um ponto médio no seu comprimento. Foi avaliada a acumulação de fitomassa fresca nas plantas de milho, exceto nas espigas, depois determinada à acumulação em matéria seca. As plantas foram colocadas em sacolas de papel e levadas para secagem em estufa sob circulação forçada de ar a 40°C por 3 dias e a 65°C até atingir peso constante. Para a determinação da produção de biomassa, as espigas foram pesadas empalhadas, obtendo-se seu peso total; desempalhadas, obtendo-se o peso da palha; posteriormente foram retirados os grãos com uma faca e obtidas às matérias frescas dos grãos e sabugo. Todo o material, palha, grão e sabugo, foi colocado separadamente em sacolas de papel e identificadas, em seguida colocadas para secagem em estufa sob circulação forçada de ar a 40°C por 3 dias e a 65°C até atingir peso constante, para determinação de massa seca.

A produtividade foi obtida a partir da contagem do número de espigas produzidas na área útil da parcela, depois extrapolada para a área em hectare.

Em relação ao procedimento para análises químicas realizadas nas amostras, o conteúdo de N foi determinado após digestão sulfúrica e destilação em Kjeldhal, adaptado da determinação conduzida para solo (BREMNER e MULVANEY, 1982). Para determinação dos teores de P, K, Ca, Mg e S, foi efetuada a digestão nítrico-perclórica (BATAGLIA et al., 1983) nas amostras de matéria seca da parte aérea de cada tratamento, obtendo-se extratos para determinação dos teores de P por colorimetria através da formação da cor azul do complexo fosfato-molibdato em presença do ácido ascórbico; K por fotometria de chama, S por turbidimetria; Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica, baseado no método recomendado por Bremner e Mulvaney (1982).

#### 4.5. Tratamentos dos dados

Os resultados foram analisados utilizando-se o programa estatístico Statistica 6.0 para análise de variância, e a comparação entre as médias dos tratamentos foi feita através do teste de Tukey, adotando-se o nível de 5% de significância.

### 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A crotalária apresentou acúmulo de massa verde de parte aérea de 60,83 t ha<sup>-1</sup> e matéria seca de 22 t ha<sup>-1</sup>, superando os limites encontrados por Fontanétti et al. (2006), que foi de 39,33 t ha<sup>-1</sup> para massa verde e 12,75 t ha<sup>-1</sup> para matéria seca, em Lavras - MG, com plantio e manejo na mesma época. Os resultados também foram maiores aos encontrados por Alvarenga et al. (1995), em Viçosa-MG, com valores de 16,1 t ha<sup>-1</sup> para matéria seca, com plantio em novembro, e por Oliveira et al. (2008b) com valores de 6,5 t ha<sup>-1</sup> para matéria seca, com plantio em outubro, em região de cerrado no município de Palmas/TO.

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, pois, segundo Pereira et al. (1992), a *Crotalária juncea* é uma planta de eficiente desenvolvimento vegetativo nessas condições.

A fitomassa da crotalária acumulou quantidades de 659,34 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio; 15,74 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo; 257,65 kg ha<sup>-1</sup> de potássio; 33,8 kg ha<sup>-1</sup> de enxofre; 280,18 kg ha<sup>-1</sup> de cálcio e 39,70 kg ha<sup>-1</sup> de magnésio. Os resultados foram superiores, com exceção do fósforo, aos encontrados por Fontanétti et al. (2006), em latossolo vermelho distrófico, na região de Lavras - MG, com valores de 374,85 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio; 42,07 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo; 195,71 kg ha<sup>-1</sup> de potássio; 33,57 kg ha<sup>-1</sup> de enxofre; 159,16 kg ha<sup>-1</sup> de cálcio e 33,15 kg ha<sup>-1</sup> de magnésio. O baixo acúmulo de fósforo deve-se, provavelmente, à sua baixa disponibilidade no solo. Entretanto, Oliveira et al. (2008 b), em solo de cerrado, observaram acúmulo de fósforo de 14,8 t ha<sup>-1</sup> na fitomassa da crotalária, resultado inferior ao encontrado neste trabalho. De maneira geral, a quantidade acumulada de nutrientes na fitomassa da crotalária demonstrou seu potencial para a ciclagem destes, característica importante para as espécies

condicionadoras de solo, permitindo a utilização em cultivos sucessivos, após a decomposição da fitomassa.

Cabe lembrar que a vegetação espontânea que cresceu nas áreas em pousio também pode promover certa ciclagem de nutrientes acumulados em sua fitomassa (Tabela 1), porém representam quantidades muito menores às acumuladas na fitomassa do adubo verde. Esse fato se deve, provavelmente, à baixa produção de matéria seca produzida pela vegetação espontânea, quando comparada à crotalária, refletindo assim, no conteúdo de macronutrientes acumulados.

**Tabela 1.** Conteúdo de macronutrientes acumulados na vegetação espontânea e na *Crotalaria juncea*. EFAVL/UFVJM. Virgem da Lapa-MG. 2009.

	Matéria seca (t ha <sup>-1</sup> )	Macronutrientes (kg ha <sup>-1</sup> )					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Vegetação espontânea	2,04	31,61	1,42	33,52	18,97	3,61	2,16
<i>Crotalaria juncea</i>	22,00	659,34	15,74	257,65	280,18	39,70	33,80

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 (Tabela 2).

**Tabela 2.** Percentagem de umidade no solo em função do manejo de cobertura do solo, em três datas de avaliação. EFAVL/UFVJM. Virgem da Lapa-MG. 2009.

Cobertura do solo	Umidade no solo (%)		
	Inicial (Semeadura do milho)	Dias após a semeadura do milho	
		42	78
Pousio <sup>2</sup>	7,01 <sup>1</sup> b	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

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

Percebeu-se um incremento na umidade no solo, em função da presença da fitomassa da crotalária, com valores de 2,29; 2,06 e 3,91 vezes superior aos observados no solo em pousio. Os maiores teores de umidade observados estão relacionados ao fato de que os restos vegetais da crotalária diminuem a exposição do solo e evaporação da água, retendo melhor a umidade. Oliveira e Souza (2003) também perceberam efeitos similares, ressaltando maior uniformidade na distribuição de água ao longo do perfil do solo manejado com cobertura



morta, em contraposição ao solo desnudo, onde as camadas superiores perdem água facilmente por evaporação, concentrando-se nas camadas inferiores, 20-40 cm de profundidade. Oliveira et al. (2005) também ressaltaram que quando o solo está coberto pela vegetação ou por resíduos, uma grande proporção de gotas de chuva é interceptada pela cobertura, que absorve parte da energia cinética antes desta alcançar a superfície do solo, amortecendo o impacto, reduzindo a formação de crostas, além de diminuir o escoamento superficial 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 com essa cobertura, fato, provavelmente, relacionado ao crescimento do milho, que proporcionou sombreamento no local, favorecendo a retenção de umidade no solo juntamente com a fitomassa remanescente da crotalária.

A retenção de umidade no solo promovida pela fitomassa da crotalária torna-se de grande importância no cultivo do milho, reduzindo o estresse hídrico à cultura, favorecendo a permanência de água no solo para o fornecimento imediato ao milho. Para Silva et al. (2000) o período inicial da cultura e o embonecamento, são fases de maior exigência de água pela cultura do milho. Segundo esses autores o fornecimento de água nessas fases reflete diretamente na produtividade da cultura.

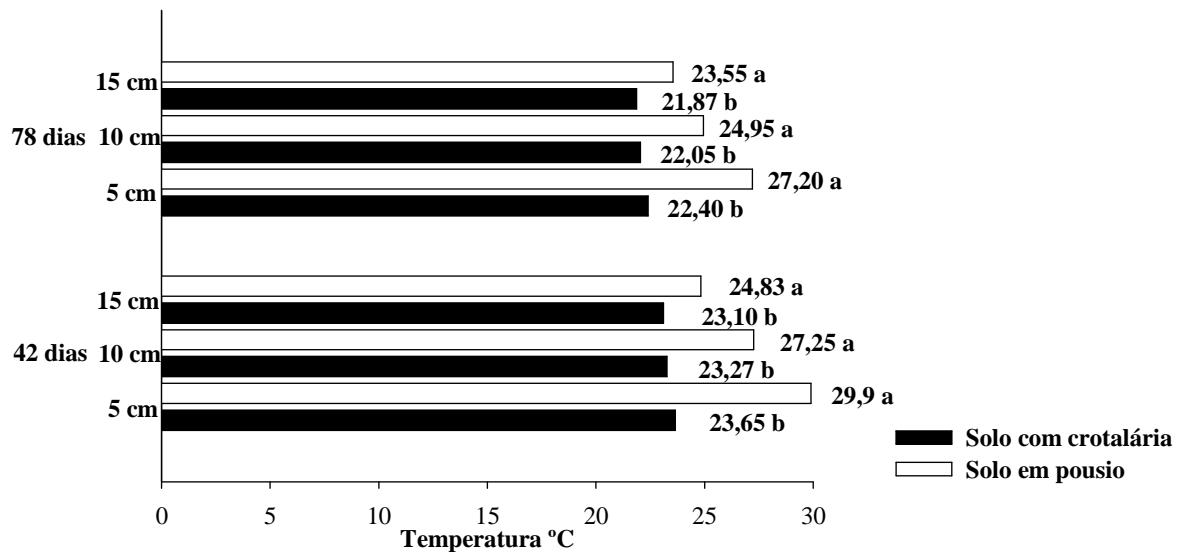
No solo em pousio, percebeu-se um acréscimo e posterior decréscimo nos teores da umidade ao longo das avaliações. Esse fato, aos 42 dias após a semeadura do milho, ocorreu, provavelmente, pela presença das plantas do milho, promovendo um sombreamento no local, favorecendo a retenção de água no solo. Entretanto, aos 78 dias após a semeadura, o milho encontrava-se no final de seu ciclo, investindo na produção de grão, com isso, a cultura poderia estar transpirando mais, aliada à pouca cobertura do solo nessas áreas, promovendo a diminuição da retenção de água. Segundo Costa (2001), a transpiração é responsável pela perda de água da planta em forma de vapor, onde de toda a água absorvida pelo sistema radicular do milho 98% é evaporada pela parte aérea para o ar circundante, apenas 1,8% é retida na planta e 0,2% é utilizada na fotossíntese.

Quanto aos efeitos na temperatura do solo, as leituras realizadas aos 42 dias apresentaram redução na temperatura ao longo do perfil do solo, de 6,25; 3,98; 1,73°C, para as profundidades de 5, 10 e 15 cm respectivamente, nas parcelas com fitomassa de crotalária, em comparação ao solo coberto com a vegetação espontânea (pousio). Aos 78 dias as diferenças foram de 4,8; 2,9; 1,68°C (Figura 1). 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, a oscilações térmicas.

Segundo Salton (1991), o aquecimento e resfriamento da superfície do solo são fenômenos influenciados, em termos gerais, por condições meteorológicas, pelas propriedades térmicas do solo e pelas características de sua cobertura. Assim, os sistemas de manejo podem alterar os processos de aquecimento e resfriamento do solo, por modificarem sua cobertura, interferindo na temperatura do solo, que tem reflexo na umidade. Oliveira et al. (2006a), observaram em um consórcio de inhame e guandu, que 30 dias após alteração na cobertura vegetal, com poda no guandu, a temperatura do solo elevava-se em comparação às parcelas onde as faixas de guandu foram mantidas, com diferenças de aproximadamente 10°C. Os mesmo autores também perceberam que a manutenção em cobertura sobre o solo, da fitomassa cortada de guandu, contribuía para a redução da temperatura.

A temperatura do solo sob fitomassa de crotalária apresentou menores valores, em todas as profundidades, em comparação às observadas em solo com pousio, além da menor variação térmica ao longo do perfil. Isso se traduz em benefícios para o desenvolvimento da cultura do milho, já que a oscilação de temperatura no solo é uma característica estressante para a planta. Segundo Pimentel (1999), o aumento da temperatura do solo pode afetar o metabolismo do sistema radicular do milho. Possamai et al. (2001) ressaltam que a proteção contra a saída de água do sistema, diminuindo a evaporação e variações na temperatura do solo, propicia melhor desenvolvimento, influenciando na produtividade da cultura de milho.



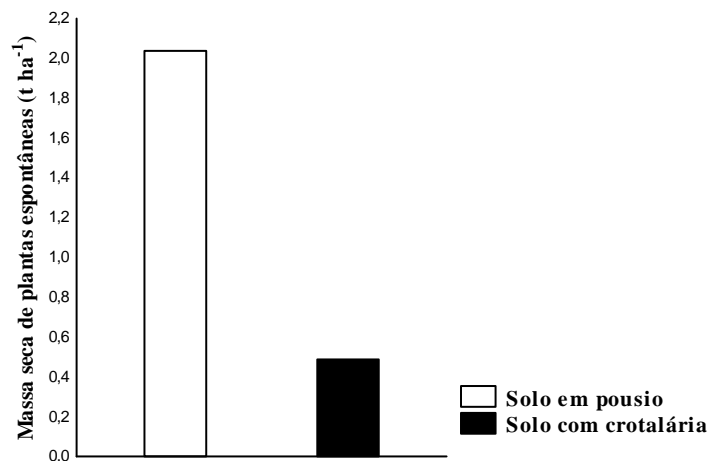
**Figura 1.** Temperatura no solo, em função do manejo de cobertura, avaliada aos 42 e 78 dias após a semeadura de milho. EFAVL/UFVJM. Virgem da Lapa-MG. 2009.

Quanto ao efeito sobre o crescimento da vegetação espontânea promovido pela crotalária, nota-se que ocorreu uma redução em 76,13% de massa seca de plantas espontâneas no período de 30 a 78 dias após a semeadura do milho (Figura 2). Possivelmente, a crotalária formou uma camada protetora sobre o solo, exercendo 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 a germinação das sementes e o seu desenvolvimento. Esse benefício promovido pela fitomassa da crotalária é conhecido como efeito “mulch”, que propicia condições adversas para o estabelecimento de espécies espontâneas, e favoráveis ao desenvolvimento do milho.

Comportamentos semelhantes já foram observados em outros trabalhos como o de Oliveira et al. (2006 a), em um consórcio de inhame e guandu, quando observaram, aos 30 dias após o manejo de corte do guandu, melhor controle de plantas espontâneas onde as faixas não foram podadas ou onde essas foram podadas mantendo-se a fitomassa em cobertura sobre o solo (valores 2,6 e 2 vezes inferiores ao acúmulo de biomassa seca da vegetação espontânea, respectivamente). Castro et al. (2004) observaram que a crotalária promoveu redução de 78,95% no número de indivíduos de plantas espontâneas em comparação com um solo em pousio, aos 51 dias após o corte. Oliveira e Souza (2003) observaram o efeito do “mulch” de

restos culturais do próprio pomar de bananas, promovendo redução de até 85,59% no número de plantas espontâneas, em comparação a um pomar onde o solo encontrava-se sem cobertura.

Em contrapartida, nas áreas sem a cobertura com a fitomassa da crotalária, por apresentarem maior acúmulo de massa na vegetação espontânea, tiveram maior imobilização temporária de nutrientes, o que pode ter reduzido a disponibilidade desses para o milho, refletindo em seu desenvolvimento. A espécie *Bidens pilosa* (picão-preto), por exemplo, pode ter contribuído com a imobilização temporária de fósforo, pois foi a espécie mais abundante nas áreas com solo em pousio. Segundo Catunda et al. (2006), a presença da espécie (*Bidens pilosa*) proporciona maiores reduções nos teores de fósforo e magnésio, provocando reduções acima de 20% dos nutrientes no solo, ressaltando que o valor é mais expressivo à medida que se aumenta o número de indivíduos, acirrando a competição da espécie com culturas de interesse econômico, podendo chegar a reduções próximas a 60% para fósforo.



**Figura 2.** Fitomassa seca de plantas espontâneas crescidas em áreas pré-cultivadas com crotalária e em pousio. EFAVL/UFVJM. Virgem da Lapa-MG, 2009.

Observou-se modificação na composição florística nas áreas pré-cultivadas com a crotalária, que apresentaram 10 espécies compondo a vegetação que ocorria espontaneamente, enquanto que nas áreas que passaram por pousio foram identificadas 16 espécies (Tabela 3). 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).

A predominância, de maneira geral, em ambas as áreas foi da espécie *Bidens pilosa*. Entretanto, sua ocorrência foi maior em solo com pousio.

**Tabela 3.** Espécies identificadas em áreas em pousio. EFAVL/UFVJM. Virgem da Lapa-MG. 2009.

Nome científico	Família	Nome popular
<i>Alternanthera tenella</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	Erva-de-touro
<i>Sonchus oleraceus</i>	Asteraceae	Serralha
<i>Cyperus rotundus</i>	Cyperaceae	Tiririca
<i>Ipomoea triloba</i>	Covulvaceae	Corda-de-viola
<i>Chamaesyce hirta</i>	Euphorbiaceae	Erva-de-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 mudança na composição florística promovida pela fitomassa da crotalária, inibindo a presença da espécie *Cyperus rotundus* (tiririca), pode ter favorecido o maior acúmulo de nitrogênio nas áreas, o que é desfavorecido na presença dessa espécie, 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 conseqüente redução da disponibilidade no solo.

Mudança na composição florística também significa alteração na imobilização de nutrientes. Nesse trabalho notou-se a presença da espécie espontânea *Portulaca oleracea* (beldroega), somente sem cobertura com a fitomassa de crotalária, o que pode ter contribuído para maior imobilização momentânea de potássio e magnésio, pois segundo Fávero et al. (2000), esta espécie apresenta boa capacidade de acumular esses nutrientes. No entanto, é necessário conhecer sua marcha de decomposição e liberação para o possível reuso por planta cultivada.

Quanto ao desenvolvimento vegetativo das plantas, nota-se que as maiores alturas de plantas e número de folhas foram observadas nas áreas pré-cultivadas com crotalária, independentemente da dose de esterco aplicada (0 a 25 t ha<sup>-1</sup>), nas duas datas de avaliação (Tabela 4). Percebe-se que as plantas de milho nas áreas pré-cultivadas com a crotalária, mesmo sem a aplicação de esterco, apresentaram bom desenvolvimento vegetativo, com alturas e número de folhas que podem ter favorecido a melhor interceptação de luminosidade,

por consequência, favorecido maiores taxas fotossintéticas, o que pode refletir em maiores produtividades.

Resultados semelhantes foram observados por Moreira e Carvalho (2007), no cultivo de milho em sucessão à crotalária, onde a altura das plantas eram 25% maiores nos solos pré-cultivados em comparação com o solo em pousio.

O mesmo foi observado para a altura da inserção da espiga (Tabela 4), com maiores valores nas áreas pré-cultivadas com crotalária, resultado que pode significar maior facilidade no processo de colheita manual e redução nas perdas, além de melhorias na pureza dos grãos, no processo de colheita mecanizada, pois, segundo Possamai et al. (2001) a altura das plantas e, principalmente, a altura de inserção da espiga, influenciam diretamente na eficiência do processo de colheita.

**Tabela 4.** Altura e número de folhas, e altura da inserção da espiga em plantas de milho, em função do manejo da cobertura do solo e adubação com esterco bovino. EFAVL/UFVJM. Virgem da Lapa-MG. 2009.

Manejo	Altura da folha (cm)		Número de folhas		Altura espiga (cm)
	42 DAS	78 DAS	42 DAS	78 DAS	
Pousio <sup>2</sup>	0,458 <sup>1</sup> b	1,638 b	5,960 b	9,358 b	0,869 b
Crotalária	0,953 a	2,316 a	7,730 a	11,691 a	1,203 a
Crotalária + 5 t esterco	0,959 a	2,211 a	7,835 a	11,817 a	1,264 a
Crotalária + 10 t esterco	0,908 a	2,126 a	7,557 a	11,236 a	1,175 a
Crotalária + 15 t esterco	0,943 a	2,182 a	8,155 a	11,530 a	1,262 a
Crotalária + 20 t esterco	0,940 a	2,211 a	7,603 a	11,249 a	1,292 a
Crotalária + 25 t esterco	0,990 a	2,230 a	8,207 a	11,494 a	1,212 a
C.V. %	15,52	9,46	8,14	3,41	10,90

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não se diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

<sup>2</sup>Áreas cobertas pela vegetação espontânea e que não receberam adubação .

Quanto ao acúmulo de matéria verde e seca nas plantas de milho, observou-se que nas áreas pré-cultivadas com crotalária, independentemente da dose de esterco aplicada, os valores encontrados para as plantas inteiras, grãos, palhas da espiga e sabugo, não diferiram significativamente entre si e foram iguais e sempre superiores ao acumulado nas áreas em pousio (Tabela 5). Esses resultados são apontamentos que a quantidade de nutrientes fornecidos pela fitomassa da crotalária (659,34 N; 15,74 P; 257,65 K; 33,8 S; 280,18 Ca e 39,70 Mg, em kg ha<sup>-1</sup>) foram suficientes para o bom desenvolvimento da cultura, sendo que a quantidade fornecida pela adubação orgânica com esterco de bovino não causou efeitos diferenciados em acúmulo de massa verde e seca, nas plantas de milho.

**Tabela 5.** Acúmulo de matéria verde e seca em partes da planta do milho, em função do manejo da cobertura do solo e adubação com esterco bovino. EFAVL/UFVJM. Virgem da Lapa-MG. 2009.

Manejo	Matéria verde (t ha <sup>-1</sup> )			
	Planta	Grão	Palha	Sabugo
Pousio <sup>2</sup>	43,805 <sup>1</sup> b	3,462 b	6,709 b	5,221 b
Crotalária	150,142 a	15,538 a	19,710 a	14,359 a
Crotalária + 5 t esterco	156,495 a	16,130 a	22,039 a	15,206 a
Crotalária + 10 t esterco	164,877 a	16,615 a	22,580 a	15,927 a
Crotalária + 15 t esterco	171,379 a	16,865 a	22,572 a	16,062 a
Crotalária + 20 t esterco	171,636 a	17,261 a	22,921 a	17,542 a
Crotalária + 25 t esterco	178,394 a	18,514 a	23,958 a	18,327 a
C.V. %	17,89	20,22	14,66	15,98
Manejo	Massa seca (t ha <sup>-1</sup> )			
	Planta	Grão	Palha	Sabugo
Pousio <sup>2</sup>	9,318 <sup>1</sup> b	0,470 b	1,289 b	0,690 b
Crotalária	47,440 a	4,090 a	4,231 a	3,020 a
Crotalária + 5 t esterco	48,083 a	4,332 a	4,853 a	3,341 a
Crotalária + 10 t esterco	48,800 a	4,425 a	4,884 a	3,682 a
Crotalária + 15 t esterco	50,948 a	4,824 a	5,103 a	3,705 a
Crotalária + 20 t esterco	52,698 a	4,857 a	5,378 a	3,881 a
Crotalária + 25 t esterco	53,300 a	4,934 a	5,710 a	4,721 a
C.V. %	22,59	25,74	14,76	27,96

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não se diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey. <sup>2</sup>Áreas cobertas pela vegetação espontânea e que não receberam adubação.

Resultados demonstrando a contribuição da fitomassa de crotalária em sucessão à cultura do milho também foram apresentados por Carvalho et al. (2006) que obtiveram 7,37 e 2,30 t ha<sup>-1</sup> para massa de grãos verdes e secos, respectivamente, sendo que esses observaram que apenas a massa seca dos grãos se diferiu significativamente, quando comparado ao solo submetido ao pousio.

Considerando que as plantas foram colhidas ainda em estágio verde, a massa seca acumulada em grãos nos tratamentos com a presença da crotalária pode ser considerada elevada (acima de 4.000 kg ha<sup>-1</sup>), quando a média brasileira em grãos (umidade média de 12%) é de 3.800 kg ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2009). Isso é reflexo do bom desenvolvimento da cultura no seu todo, considerando a produção da planta inteira, sabugo e palha. Cabe observar que os resultados de produção de palha verde acompanharam os relativos aos grãos verdes, relação importante já que a palha desempenha papel fundamental na proteção dos grãos, impedindo ataque de fungos, bactérias, insetos e pássaros, além de proteger a espiga contra perda de água.

O bom desenvolvimento da cultura no seu todo pode estar relacionado com o adequado fornecimento de nutrientes à cultura, principalmente do N, que se fornecido em

fases mais iniciais da cultura, promove maior acúmulo nas partes vegetativas e posterior translocação para os grãos. Segundo Arnon (1975), a planta de milho acumula diferentes quantidades de N em suas partes, assim cada parte contribui com uma porcentagem do total do N mobilizado para o enchimento dos grãos. À exemplo, o colmo contribui, em média, com 26%, as folhas com 60% e as brácteas com 12%. De acordo com Karlen et al. (1988) e Osaki (1995) os padrões de acúmulo de matéria seca e nutrientes são diferentes entre as cultivares tradicionais e os híbridos, sendo necessário conhecer essas particularidades para se recomendar corretamente a adubação da cultura. Entretanto, aparentemente, a crotalária satisfaz a necessidade da variedade usada no estudo (“Vencedor”), fornecendo quantidades nutricionais satisfatórias e durante o período de exigência da cultura. Mesmo acrescentando o esterco em até 25 t ha<sup>-1</sup> não ocorreu efeito em ganhos para a cultura, em relação aos alcançados com a fitomassa de crotalária. Nesse caso, entende-se que a adubação verde substitui o esterco e dispensa a adubação sintética com eficiência.

Os resultados observados no desenvolvimento vegetativo das plantas se repetiram para os parâmetros produtivos de diâmetro, comprimento e produtividade de espigas de milho em estágio verde, onde as plantas crescidas nas áreas pré-cultivadas com crotalária, independentemente da dose de esterco aplicada, apresentaram maiores valores em relação às áreas em pousio (Tabela 6). Em média as plantas crescidas nas áreas pré-cultivadas com a crotalária apresentaram espigas com diâmetro 45,58 % e comprimento 52,77% maiores que as plantas crescidas em solo de pousio, o que refletiu em maior produção de grãos por espiga, e em consequência na massa total de grãos verdes (Tabela 5). A produtividade média, em número de espigas por hectare, nas áreas pré-cultivadas com crotalária, independentemente da dose de esterco aplicada, foram 43,16% maiores quando comparadas com as áreas do pousio (Tabela 6).

Acredita-se que esses resultados sejam reflexos dos benefícios observados com o pré-cultivo da crotalária, já apresentados, como maiores umidades no solo, menores temperaturas, maior controle da vegetação espontânea, aliados à significativa quantidade de nutrientes acumulados pela fitomassa da leguminosa, que possivelmente podem ter sido disponibilizados para a cultura em momentos propícios à absorção pelas plantas de milho. Fazendo uma analogia com os resultados de Oliveira et al. (2008b), em situação de cerrado, quando esses observaram que 50% da quantidade acumulada de nitrogênio em fitomassa de crotalária foi disponibilizada ao solo em 38 dias, fenômeno que faria uma sincronia, com estimativa de ocorrência, por volta do estágio morfofisiológico de 4 a 6 folhas da cultura do milho, momento no qual, segundo Duete et al. (2009), as aplicações de N devem ocorrer, para



permitir tempo suficiente para maior acúmulo de proteína nos tecidos antes de iniciar a formação do grão. Mengel e Barber (1974) e Varvel et al. (1997) também relataram a importância do fornecimento de N nas fases iniciais para a cultura do milho, demonstrando que a absorção tardia de N não proporciona o mesmo efeito que o N absorvido em um estágio mais inicial. Além disso, a quantidade de N disponibilizada nesse período seria, no caso deste trabalho, algo em torno de 300 kg ha<sup>-1</sup>, o que está muito acima da quantidade exigida pela cultura, que é de 120 kg ha<sup>-1</sup> durante o ciclo, segundo Ritchie et al. (2003), para um produtividade esperada de 10 t ha<sup>-1</sup> de grãos.

Além do nitrogênio, os demais nutrientes foram disponibilizados em significativas quantidades pela fitomassa da crotalária, como o caso do potássio que, fazendo uma aproximação partindo dos resultados de Oliveira et al. (2008 b), que observaram liberação de 50% do conteúdo de K em torno de 10 dias, seria rapidamente liberado pela decomposição da fitomassa de crotalária, significando, no caso desse trabalho, quantidades por volta de 130 kg ha<sup>-1</sup>, disponibilizadas em momento de grande absorção pela cultura do milho, que segundo Andrade (1975) apresenta máxima absorção de K nos primeiros 30 a 40 dias de desenvolvimento.

Os resultados demonstram que, com essa quantidade de nutrientes acumulada na fitomassa da crotalária, se torna totalmente dispensável a aplicação de esterco, ressaltando o potencial dessa leguminosa, para uso em sistema de pré-cultivo, para a produção da cultura do milho.

**Tabela 6.** 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. 2009.

Manejo	Diâmetro da espiga (cm)	Comprimento da espiga (cm)	Produtividade (Nº espigas ha <sup>-1</sup> )
Pousio <sup>2</sup>	2,830 <sup>1</sup> b	11,540 b	97500 b
Crotalária	4,310 a	17,715 a	138750 a
Crotalária + 5 t esterco	4,002 a	16,880 a	136250 a
Crotalária + 10 t esterco	4,061 a	19,010 a	140000 a
Crotalária + 15 t esterco	4,004 a	16,374 a	137500 a
Crotalária + 20 t esterco	3,960 a	17,728 a	138750 a
Crotalária + 25 t esterco	4,370 a	18,085 a	146250 a
C.V. (%)	6,61	7,77	8,02

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não se diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

<sup>2</sup>Áreas cobertas pela vegetação espontânea e que não receberam adubação.

Os benefícios para a cultura do milho, em sistemas de sucessão com leguminosas também foram observados por Silva et al. (2006) que obtiveram médias superiores para grãos

por espiga, massa acumulada proporcional em mil grãos e produtividade de grãos, utilizando a crotalária, tanto em pré-cultivo quanto em cobertura, quando comparado com a sucessão pousio-milho e milheto-milho, por dois anos consecutivos. Bertin et al. (2005) observaram que a maior média, em produtividade, foi alcançada pelo cultivo do milho em sucessão à crotalária, apresentando-se 12% superior ao cultivo de milheto 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, do que com o uso do milheto.

Apesar de não haver diferença significativa observa-se um aumento de 7.500 espigas  $ha^{-1}$  no tratamento que recebeu a crotalária e 25 t  $ha^{-1}$  de esterco quando comparado ao tratamento que recebeu somente a crotalária (Tabela 6). Entretanto, a aplicação dessa quantidade de esterco onera o custo de produção, que é aumentado com a compra, o transporte e a mão-de-obra com o manejo desse material, não sendo vantajoso esse investimento.

Em uma conversa informal com os agricultores da região, foi relatado que a espiga de milho verde é comercializada na região por cerca de R\$ 0,30 a unidade, com isso, 7.500 espigas refletem em R\$ 2.250,00 de ganho. Entretanto, o esterco tem um custo de R\$ 1,00 por quilo, desta forma, 25 toneladas apresentam um valor de investimento de R\$ 25.000,00.

Observando os teores de macronutrientes nas plantas de milho, exceto para N e P, nota-se que as plantas crescidas nas áreas pré-cultivadas com crotalária apresentaram teores que não diferem significativamente, independentemente da dose de esterco aplicada, e das plantas crescidas nas áreas em pousio (Tabela 7). Esse resultado reforça a hipótese de que a vegetação espontânea presente nas áreas de pousio, mesmo sob manejo de capina a cada 30 dias, pode ter promovido competição com a cultura do milho por N e P, o que não seria notada nas áreas com pré-cultivo de crotalária, possivelmente em função da menor presença de plantas espontâneas. Além disso, e de maior relevância, deve-se ao grande fornecimento de nutrientes realizado pela decomposição da fitomassa da leguminosa. A crotalária, além de fixar nitrogênio atmosférico, apresenta habilidade em capturar nutrientes que estejam em uma condição menos disponível às plantas cultivadas, como o fósforo, acumulá-los em grandes quantidades na sua fitomassa e disponibilizá-los à cultura, com a decomposição, suprindo suas demandas, refletindo nas características produtivas de interesse. Para o caso da cultura do milho, o sincronismo entre a liberação do nutriente e a época de absorção pelas plantas é de fundamental importância para que, em um momento posterior, esses serem translocados aos grãos em quantidades necessárias que garantam a boa produtividade.

**Tabela 7.** Teores de nutrientes na planta do milho em função do manejo da cobertura do solo e adubação com esterco bovino. EFAVL/UFVJM. Virgem da Lapa-MG. 2009.

Manejo	Teores (g kg)					
	N	P	K	S	Ca	Mg
Pousio <sup>2</sup>	7,180 <sup>1</sup> b	0,324 b	8,740 a	1,397 a	4,275 a	1,172 a
Crotalária	13,125 a	0,667 a	12,045 a	1,500 a	4,525 a	1,204 a
Crotalária + 5 t esterco	13,025 a	0,679 a	12,258 a	1,549 a	4,567 a	1,208 a
Crotalária + 10 t esterco	13,881 a	0,716 a	12,258 a	1,516 a	4,375 a	1,215 a
Crotalária + 15 t esterco	14,335 a	0,574 ab	12,364 a	1,505 a	4,475 a	1,218 a
Crotalária + 20 t esterco	13,654 a	0,560 ab	12,684 a	1,527 a	3,825 a	1,219 a
Crotalária + 25 t esterco	13,453 a	0,530 ab	12,791 a	1,440 a	4,500 a	1,222 a
C.V.%	17,19	24,97	21,07	4,41	15,58	2,74

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não se diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey. <sup>2</sup>Áreas cobertas pela vegetação espontânea e que não receberam adubação.

O estado nutricional das plantas de milho refletiu nos teores de macronutrientes nos grãos, onde nota-se que as plantas crescidas nas áreas pré-cultivadas com crotalária apresentaram teores que não diferiram significativamente entre si, independentemente da dose de esterco aplicada, sendo que apenas para os teores de N e P, os valores foram superiores aos encontrados nas plantas crescidas nas áreas em pousio (Tabela 8). Os teores de N encontrados nas plantas crescidas nas áreas com pré-cultivo de crotalária ficaram acima dos encontrados por Duete et al. (2009) (14,84 a 16,65 g kg<sup>-1</sup>). Os menores teores de N e P observados nas plantas cultivadas no solo de pousio podem representar estado de deficiência nutricional que refletiu em menores teores dos mesmos elementos nos grãos. Esse fato ocorreu, provavelmente, pelo menor acúmulo do nutriente na planta, portanto, menor exportação da planta para o grão.

Resultados apontando maiores teores de N em grãos de milho também foram observados por Andrioli (2004) com o pré-cultivo de crotalária promovendo maior acúmulo, seguido pelas espécies lab-lab e milheto. Esse resultado foi justificado pelas altas concentrações de N nos tecidos da crotalária e à produção de matéria seca relativamente alta, comparada às demais espécies.

**Tabela 8.** Teores de macronutrientes nos grãos de milho, em função do manejo da cobertura do solo e adubação com esterco bovino. EFAVL/UFVJM. Virgem da Lapa-MG. 2009.

Manejo	Teores (g kg <sup>-1</sup> )					
	N	P	K	S	Ca	Mg
Pousio <sup>2</sup>	8,515 <sup>1</sup> b	0,640 b	8,740 a	0,995 a	2,075 a	0,994 a
Crotalária	22,144 a	1,182 a	10,446 a	1,397 a	1,650 a	1,035 a
Crotalária + 5 t esterco	22,950 a	1,256 a	10,766 a	1,179 a	1,675 a	1,045 a
Crotalária + 10 t esterco	24,865 a	1,280 a	10,766 a	1,103 a	2,075 a	1,041 a
Crotalária + 15 t esterco	24,008 a	1,188 a	10,552 a	1,250 a	2,200 a	1,036 a
Crotalária + 20 t esterco	24,512 a	1,167 a	10,872 a	1,065 a	1,875 a	1,078 a
Crotalária + 25 t esterco	23,857 a	1,179 a	10,659 a	1,114 a	2,175 a	1,021 a
C.V.%	12,96	16,23	13,17	15,21	19,99	7,30

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não se diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey. <sup>2</sup>Áreas cobertas pela vegetação espontânea e que não receberam adubação.

As plantas de milho crescidas nas áreas pré-cultivadas com crotalária apresentaram valores para conteúdo de macronutrientes acumulados em grãos de milho que não diferiram significativamente entre si, independentemente da dose de esterco aplicada e superiores aos acumulados nas plantas cultivadas em solo de pousio (Tabela 9). As quantidades acumuladas nos grãos foram próximas das encontrados por Duete et al. (2009), que estimou a saída superior a 100 kg ha<sup>-1</sup> de N com o processo de colheita de grãos e por Bertin et al. (2005) que observaram acúmulo de N em grãos, promovido pela crotalária em pré-cultivo ao milho, de 85 kg ha<sup>-1</sup>.

Em relação ao P, apesar das quantidades aparentemente pequenas, esse tem importância, já que segundo Coelho e França (1995), cerca de 80 a 90% do P exportado pelas sementes é oriundo do processo de translocação na planta, o que deixaria o resíduo da colheita pobre nesse elemento, realizando baixíssima reposição ao solo. O potássio é outro elemento exportado em grandes quantidades e importante no processo de translocamento dentro das plantas, o que torna o uso da fitomassa de crotalária mais importante já que essa fornece grandes quantidades de K para uso pelas plantas de milho, após o processo de decomposição.

**Tabela 9.** Conteúdo de macronutrientes acumulados em grãos de milho, em função do manejo da cobertura do solo e adubação com esterco bovino. EFAVL/UFVJM. Virgem da Lapa-MG. 2009.

Manejo	Conteúdos (kg ha <sup>-1</sup> )					
	N	P	K	S	Ca	Mg
Pousio <sup>2</sup>	3,973 <sup>1</sup> b	0,303 b	4,139 b	0,466 b	0,985 b	0,463 b
Crotalária	90,709 a	4,930 a	42,704 a	5,744 a	6,734 a	4,221 a
Crotalária + 5 t esterco	99,199 a	5,389 a	45,778 a	5,120 a	7,302 a	4,546 a
Crotalária + 10 t esterco	108,799 a	5,665 a	47,550 a	4,928 a	9,147 a	4,572 a
Crotalária + 15 t esterco	118,951 a	5,794 a	52,304 a	6,265 a	10,402 a	5,096 a
Crotalária + 20 t esterco	117,655 a	5,758 a	52,444 a	5,129 a	8,905 a	5,235 a
Crotalária + 25 t esterco	117,293 a	5,879 a	52,407 a	5,477 a	10,832 a	5,022 a
C.V.%	29,62	34,11	32,52	31,91	29,99	28,43

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não se diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey. <sup>2</sup>Áreas cobertas pela vegetação espontânea e que não receberam adubação.

Cabe ressaltar as observações qualitativas realizadas visualmente, detectando, na época da colheita, espigas bem formadas e com completa formação dos grãos nas plantas crescidas nas áreas pré-cultivadas com a crotalária, enquanto as plantas crescidas em solo de pousio encontravam-se no estágio inicial de enchimento de grãos. A presença da fitomassa da crotalária, possivelmente pelo melhor estado nutricional promovido, propiciou encurtamento no ciclo da cultura do milho, fato importante para esse cultivo que foi realizado na época chamada “safrinha” (uma safra produzida em tempo reduzido). Além disso, as significativas quantidades de nutrientes disponíveis nas fases iniciais permitiram o acúmulo de nutrientes nas folhas e colmos que se translocaram para os grãos no momento do seu enchimento. Segundo Vasconcellos et al. (1998) esse fenômeno de remobilização do nutriente para os grãos ocorre com grande eficiência quando as plantas se encontram em estágio nutricional ótimo.

## 6. CONCLUSÕES

A crotalária apresentou grande potencial para uso na adubação verde na região em que foi realizado o estudo, com acúmulo de 22 t ha<sup>-1</sup> fitomassa seca e com quantidades de 659,34 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio; 15,74 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo; 257,65 kg ha<sup>-1</sup> de potássio; 33,8 kg ha<sup>-1</sup> de enxofre; 280,18 kg ha<sup>-1</sup> de cálcio e 39,70 kg ha<sup>-1</sup> de magnésio.

As áreas cobertas com resíduos de crotalária apresentaram maior retenção de água no solo e redução na temperatura ao longo do seu perfil.

A presença da fitomassa de crotalária promoveu redução no crescimento de plantas espontâneas, com 76,13% menos massa seca acumulada, durante o ciclo do milho, além de mudança na composição florística das áreas, com a redução do número de espécies presentes, em seis espécies a menos que no cultivo em solo com pousio.

A crotalária, independente da dose de esterco aplicada (0 a 25 t ha<sup>-1</sup>) influenciou o desenvolvimento vegetativo e produtivo do milho, promovendo as maiores alturas de plantas e de inserção da espiga, maior número de folhas e maiores valores de matéria verde e seca para as plantas inteiras, grãos, palhas da espiga e sabugo. O mesmo foi observado para os parâmetros produtivos de diâmetro, comprimento e produtividade de espigas de milho em estágio verde. As plantas de milho crescidas nas áreas pré-cultivadas com crotalária apresentaram valores superiores quanto aos teores de N e P.

De forma geral, a fitomassa da crotalária pré-cultivada ao milho supriu as exigências da cultura, demonstrando o potencial de substituição ao uso do esterco bovino, como fertilizante alternativo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRITEMPO – Sistema de Monitoramento Agrometeorológico. **Embrapa Informática Agropecuária** / Centro de Pesquisa Meteorológica e Climática aplicadas à Agricultura. Disponível em: <<http://www.agritempo.gov.br/agroclima/sumario>>. Acesso em 30 set. 2009.
- ALTIERI, M.A. **Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa**. 2 ed. Rio de Janeiro: PTA-FASE, 1989. 240 p.
- ALVARENGA, R.C.; COSTA, L.M.; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A.J. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, p.175-185. 1995.
- ANDRADE, A. G. **Acumulação diferencial de nutrientes por cinco cultivares de milho (*Zea mays* L.)**. 1975. 91p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1975.
- ANDREOLA, F.; COSTA, L.M.; OLSZEWSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e/ou mineral sobre as propriedades físicas de uma terra. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, p.857-865, 2000.
- ANDRIOLI, I. **Plantas de cobertura em pré-safra a cultura do milho em plantio direto, na região de Jaboticabal-SP**. 2004. 78p. Tese (Livre Docência) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.
- AQUINO, A.M.; ASSIS, R.L. **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 517 p.
- ARNON, I. **Mineral nutrition of maize**. Bern: International Potash Institute, 1975. p.100-112.
- BARRETO, A.C.; FERNANDES, M.F. Cultivo de *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala* em alamedas visando a melhoria dos solos dos tabuleiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.10, p.1287-1293, 2001.
- BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R.; GALLO, J.R. 1983. Métodos de análise química de plantas. **Boletim Técnico**, Campinas, Instituto Agrônomo, n.º 78. 1983. 48p.
- BEGNAMI, J.B. **Formação Pedagógica de Monitores das Escolas Famílias Agrícolas e Alternâncias**. 2003. 319p. Mestrado em Ciências da Educação. Universidade Nova de Lisboa – Portugal, 2003.
- BENCINI, R. Escola Rural: o orgulho de estudar no campo. **Revista Escola**. Edição 185. Reportagem da capa. Setembro/2005.
- BERTIN, E.G.; ANDRIOLI, I.; CENTURION, J.F. Plantas de cobertura em pré-safra ao milho em plantio direto. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.27, n.3, p.379-386, 2005.

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**, Viçosa, v.24, n.4, p.621-628, 2006.

BREMNER, J.M.; MULVANEY, C.S. Nitrogen total, In: PAGE, A.L.; MILLER, R.A.; KEENEY, D.R. ed. **Methods of soil Analysis**. Madison: American Society of Agronomy, 2 ed., 1982, part. p. 595-624 (Agronomy, 9).

CARVALHO, M.A.C.; SORATTO, R.P.; ATHAYDE, M.L.F.; ARF, O.; SÁ, M.E. Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.1, p.47-53, jan, 2004.

CARVALHO, M.T.M.; MOREIRA, J.A.A.; DIDONET, A.D.; STONE, L.F.; PEIXOTO, N. Produtividade do milho para consumo *in natura* (*zea mays* L.) em sistema de produção orgânico de grãos. **Anais...** Congresso Brasileiro de Olericultura, 2006. Acesso em 13 jan. 2010. Disponível em <[http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/46\\_0754.pdf](http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/46_0754.pdf)>.

CARVALHO, A.M.; AMABILE, R.F. **Cerrado**: adubação verde. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. 369 p.

CASTRO, C.M.; ALVES, B.J.R.; ALMEIDA, D.L.; RIBEIRO, R.L.D. Adubação verde como fonte de nitrogênio para a cultura da berinjela em sistema orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.8, p.779-785, ago, 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**, Viçosa, v.24, n.1, p.199-204, 2006.

CESAR, M.N.Z.; RIBEIRO, R.L.D.; PAULA, P.D.; POLIDORO, J.C.; MANERA, T.C.; GUERRA, J.G.M. Desempenho do pimentão em cultivo orgânico, submetido ao desbaste e consórcio. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v.25, n.3, p.322-326, jul-set, 2007.

COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E. Seja o doutor em seu milho. Nutrição e adubação. **Arquivo do Agrônomo**, Piracicaba, n.2, 1995. POTAFOS, 2ª ed., 9p.

COSTA, A.R. **As Relações Hídricas das Plantas Vasculares**. ICAM, Departamento de Biologia, Universidade de Évora, Évora, Portugal. 2001. Disponível em <<http://www.angelfire.com/ar3/alexcosta0/RelHid/RhwIndice.htm>> Acesso em 08 jan. 2010.

DUETE, R.R.C.; MURAOKA, T.; SILVA, E.C.; AMBROSANO, E.J.; TRIVELIN, P.C.O. Acúmulo de nitrogênio (<sup>15</sup>N) pelos grãos de milho em função da fonte nitrogenada em latossolo vermelho. **Bragantia**, Campinas, 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**, Viçosa, v.24, p.171-177, 2000.



FONTANÉTTI, A.; CARVALHO, G.J.; GOMES, L.A.A.; ALMEIDA, K.; MORAES, S.R.G.; TEIXEIRA, C.M. Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.24, n.2, p.146-150, abr-jun, 2006.

GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia. Processos Ecológicos em Agricultura Sustentável**. 2ª Ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2001. 653p.

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

IBGE. Cidades MG – Virgem da Lapa. Fonte: Estimativas de População. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/>>. Acesso em 30 set 2009.

KARLEN, D.L.; FLANNERY, R.L.; SADLER, E.J. Aerial accumulation and partitioning of nutrients by corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.80, p.232-242, 1988.

MENGEL, D.B.; BARBER, S.A. Rate of nutrient uptake per unit of corn root under field conditions. **Agronomy Journal**, Madison, v.66, n.3, p.399-402, 1974.

MONTGOMERY, B. Sunn fiber. 6th Ed. In: Mauersberger, H.R. (Ed.), **Mathew's textile fibers**. New York: Wiley, 1954. p.323-327.

MOREIRA, J.A.A.; CARVALHO, M.T.M. Produtividade do milho e fertilidade do solo em sistemas de produção orgânica de grãos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.2, p.1-5, 2007.

NÚÑEZ, J.E.V.; AMARAL SOBRINHO, N.M.B.; MAZUR, N. Consequências de diferentes sistemas de preparo do solo sobre distribuição química e perdas de fósforo de um argissolo. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.1, p.101-109, 2003.

OLIVEIRA, F.L.; RIBAS, R.G.T.; JUNQUEIRA, R.M.; PADOVAN, M.P.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L.; RIBEIRO, R.L.D. Uso do pré-cultivo de *Crotalaria juncea* e de doses crescentes de “cama” de aviário na produção do repolho sob manejo orgânico. **Agronomia**, v.37, n.2, p.60 - 66, 2003.

OLIVEIRA, C.A.P.; SOUZA, C.M. Influência da cobertura morta na umidade, incidência de plantas daninhas e de broca-do-rizoma (*Cosmopolites sordidus*) em um pomar de bananeiras (*Musa spp.*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.2, p.345-347, 2003.

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**, Campina Grande, v.9, n.4, p.535-539, 2005.

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**, Brasília, v.24, n.1, p.53-58, jan-mar, 2006a.

OLIVEIRA, N.G.; DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D.L.; GUERRA, J.G.M. Plantio direto de alface adubada com “cama” de aviário sobre coberturas vivas de grama e amendoim forrageiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.24, n.1, p.112-117, 2006b.

OLIVEIRA, A.P.; ALVES, E.U.; SILVA, J.A.; ALVES, A.U.; OLIVEIRA, A.N.P.; LEONARDO, F.A.P.; MOURA, M.F.; CRUZ, I.S. Produtividade da pimenta-do-reino em função de doses de esterco bovino. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.25, n.3, p.408-410, 2007.

OLIVEIRA, F.L.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L.; RIBEIRO, R.L.D.; SILVA, E.D.; SILVA, V.V.; ESPINDOLA, J.A.A. Desempenho de taro em função de doses de cama de aviário, sob sistema orgânico de produção. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.26, n.2, p.149-153, 2008a.

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. **Anais... FertBio 2008**. 2008b

OSAKI, M. Comparison of productivity in relation to nitrogen nutrition; II. Parameters determining between tropical and temperate maize. **Soil Science Plant Nutrition**, Tokyo, v. 41, n. 3, p. 451 - 459, 1995.

PEREIRA, J.; BURLE, M.L.; RESCK, D.V.S. 1992. Adubos verdes e sua utilização no cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO NO CERRADO, 1992, Goiânia, GO. **Anais...** Campinas: Fundação Cargil. p.140-154.

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

PIMENTEL, C. Relações hídricas em dois híbridos de milho sob dois ciclos de deficiência hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.11, p.2021-2027, 1999.

POSSAMAI, J.M.; SOUZA, C.M.; GALVÃO, J.C.C. Sistemas de preparo do solo para o cultivo do milho safrinha. **Bragantia**, Campinas, v.60, n.2, p.79-82, 2001.

RIBAS, R.G.T.; JUNQUEIRA, R.M.; OLIVEIRA, F.L.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L.; RIBEIRO, R.L.D. **Manejo da adubação verde com crotalária no consórcio com o quiabeiro sob manejo orgânico**, Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2003 (Comunicado Técnico, 59).

RIBEIRO, E.M.; GALIZONI, F.M.; SILVESTRE, L.H.; CALIXTO, J.S.; ASSIS, T.P.; AYRES, E.B. **RER**, Rio de Janeiro, vol. 45, nº 04, p. 1075-1102, out/dez 2007 – Impressa em novembro 2007.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. Como a planta de milho se desenvolve. **Arquivo do Agrônomo**, Piracicaba, n.15, 2003. POTAFOS, Encarte de Informações Agronômicas, n.103, 20p.

SALTON, J.C. **Relações entre sistemas de preparo, temperatura e umidade do solo.** 1991. 91p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS,1991.

SECRETARIA DA CULTURA - **PROBRASIL.COM.** Cidade Virgem da Lapa. Fonte: Secretaria da Cultura em: 01/10/1999. Acesso em 06/09/2008. Site: <http://www.virgemdalapa.mg.probrasil.com.br/>

SILVA, E.L.; PEREIRA, G.M.; CARVALHO, J.A.; VILELA, L.A.A.; FARIA, M.A. **Manejo de irrigação das principais culturas.** 2000. 89p. Curso especialização em Sistemas pressurizados de irrigação. Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG. 2000.

SILVA, J.; LIMA E SILVA, P.S.; OLIVEIRA, M.; BARBOSA E SILVA, K.M. Efeito de esterco bovino sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, p.326-331, 2004.

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**, Brasília, v.41, n.3, p.477-486, 2006.

SOUZA, C.M.; PIRES, F.R. Adubação verde e rotação de culturas. **Cadernos Didáticos**, n.96, Viçosa: UFV, 2002. 72 p.

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**, Viçosa, v.22, n.4, p.577-582, 2004.

VARVEL, G.E.; SCHPERS, J.S.; FRANCIS, D.D. Ability for inseason correction of nitrogen deficiency in corn using chlorophyll meters. **Soil Science of American Journal**, Madison, v.61, n.4, p.1233-1239, 1997.

VASCONCELLOS, C.A.; VIANA, M.C.M.; FERREIRA, J.J. Acúmulo de matéria seca e de nutrientes em milho cultivado no período inverno-primavera. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.11, p.1835-1945, 1998.