

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

RICARDO BORGES TEODORO

**COMPORTAMENTO DE LEGUMINOSAS PARA ADUBAÇÃO VERDE NO
VALE DO JEQUITINHONHA**

**DIAMANTINA - MG
2010**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

RICARDO BORGES TEODORO

**COMPORTAMENTO DE LEGUMINOSAS PARA ADUBAÇÃO VERDE NO
VALE DO JEQUITINHONHA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Luiz de Oliveira

Coorientador: Prof. Dr. Claudenir Fávero

**DIAMANTINA - MG
2010**

Ficha Catalográfica - Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecária Viviane Pedrosa de Melo CRB6 2641

T314c 2010	<p>Teodoro, Ricardo Borges Comportamento de leguminosas para adubação verde no Vale do Jequitinhonha / Ricardo Borges Teodoro– Diamantina: UFVJM, 2010. 80p. Dissertação (Dissertação apresentada ao Curso de Pós- Graduação Stricto Sensu em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Fábio Luiz de Oliveira</p> <p>1. Adubos verdes 2. Leguminosas 3. Sustentabilidade 4. Manejo do solo I. Título</p> <p style="text-align: right;">CDD 631.6</p>
-----------------------	---

RICARDO BORGES TEODORO

**COMPORTAMENTO DE LEGUMINOSAS PARA ADUBAÇÃO VERDE NO
VALE DO JEQUITINHONHA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em ____ de fevereiro de 2010

Prof. Dr. Adriano Perin – IFGoiano/Rio Verde

Prof. Dr. Claudenir Fávero – UFVJM

Prof. Dr. Fábio Luiz de Oliveira – UFVJM

**DIAMANTINA - MG
2010**

OFEREÇO

A Deus, que sempre esteve presente na minha vida e me guiou nesta longa caminhada, e a todos os amigos e parentes que, por meio de palavras e gestos, contribuíram para realização deste sonho.

DEDICO

A meus pais Abílio Teodoro Neto e Adélia Borges Teodoro, às minhas irmãs Luciana e Lívia, ao meu querido afilhado, Pedro Henrique, que está para chegar à nossa família, e a todos que me apoiaram. Vocês são responsáveis por me tornar a pessoa que sou hoje e pela concretização dos meus sonhos. A Thalita, a quem só tenho a agradecer pelo amor, companheirismo, amizade e confiança dedicados a mim nesta caminhada.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, pela contribuição à minha formação acadêmica e apoio para realização deste trabalho.

Ao CNPq e CAPES, pela concessão de Bolsa de Estudos.

Ao amigo e Professor Dr. Fábio Luiz de Oliveira que, durante esta caminhada, foi conselheiro, amigo, companheiro e exemplo; que, acima de tudo, confiou no meu trabalho, dando-me liberdade para condução desta pesquisa, proporcionando a construção de um trabalho coletivo, contribuindo para o meu crescimento pessoal e profissional.

Ao Professor Dr. Claudenir Fávero pelo apoio, ensinamentos, confiança e amizade.

Aos Professores Daniel Ferreira da Silva e Cyntia Meireles de Oliveira, pelos ensinamentos e amizade durante a Graduação e nesta nova caminhada.

Aos Professores da Graduação e do PPGPV, pela contribuição na minha vida acadêmica e pessoal.

Ao amigo Diego Mathias Natal da Silva, que muitas vezes deixou de lado seus estudos para me auxiliar em vários momentos do trabalho. Sou-lhe muito grato.

Ao Mateus, Rosamaria, Marília, Eliza, Thalita, Patrícia, José Pereira, Rafael, que contribuíram para coleta de dados e realização das análises deste trabalho, o meu muito obrigado.

Aos Amigos do Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal, República e da Vida - Juan, José Pereira, Caio, José Ricardo, Alexandre, Cássio, Rodrigo, Samuel, Eder, Álvaro, Alyson, Rafael, Bruno, Tatim, Babau, Antonio Carlos, Leno, Moisés, Eduardo, Evandro, Reginaldo e os demais, pelos conselhos, apoio, convívio e trocas de experiências. Agradeço especialmente ao Juan. Desde a Graduação caminhamos junto, vivendo momentos de alegria e tristeza; quem foi, nesse período, irmão, amigo, companheiro e motivo de muitos risos, através das suas brincadeiras.

À AMEFA, GPAF VALES, ARANÃ, CAV, FAPEMIG, CNPq, AMAI, EFAT, EFAPPA, EFA Bontempo, EFA Virgem da Lapa, CEART, EFA Jacaré e aos agricultores familiares do Vale do Jequitinhonha. Agradeço especialmente aos monitores Cleomar, Zezinho, Dedé, Nelson Sales, Nelson Cardoso, Noessandro e todos os monitores e alunos das EFAs de Minas, que contribuíram integralmente para realização deste trabalho.

A todos aqueles que, cada qual à sua maneira, conforme sua disponibilidade, contribuíram, de forma direta ou indireta, para que este projeto se tornasse realidade.

RESUMO GERAL

TEODORO, Ricardo Borges. **Comportamento de leguminosas para adubação verde no Vale do Jequitinhonha**. 2010. 80 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Departamento de Agronomia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina/MG, 2010.

Os impactos provocados pela agricultura convencional têm promovido degradação dos recursos naturais, o que preocupa toda a humanidade. Especificamente nos trópicos, os solos necessitam de proteção constante, haja vista que o seu desgaste promove redução da produtividade. Nesse sentido, práticas conservacionistas, como adubação verde, permitem a manutenção da capacidade produtiva do solo ao longo do tempo, sem causar impactos negativos ao meio ambiente, conduzindo para a sustentabilidade dos agroecossistemas. O objetivo deste trabalho foi gerar e adaptar conhecimentos e tecnologias que possibilitem ampliar o uso da adubação verde em cultivos conservacionistas de baixa perturbação do solo para a agricultura familiar, no Vale do Jequitinhonha/MG, quando foram objetos deste estudo dois biomas característicos da região, o Cerrado e a Caatinga. Dois experimentos foram conduzidos: um na região de Cerrado, com leguminosas anuais, mucuna cinza (*Mucuna nivea*), mucuna preta (*Mucuna aterrima*), lab-lab (*Dolichos lab lab*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), crotalária juncea (*Crotalaria juncea*), crotalária espectabilis (*Crotalaria spectabilis*), guandu anão (*Cajanus cajan*) e testemunha (solo nu), e outro na região da Caatinga Mineira, constituído pelas leguminosas perenes: cudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*), calopogônio (*Calopogonium mucunoides*), amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*), soja perene (*Glycine wightii*), estilosante campo grande (*Stylosanthes capitata e Stylosanthes macrocephala*) e testemunha (solo nu). O delineamento experimental utilizado nos dois experimentos foi o de blocos ao caso com quatro repetições. Observou-se que, na região de Cerrado, as leguminosas que se destacaram inicialmente para cobertura do solo foram a mucuna cinza e o feijão-de-porco, com todas as coberturas promovendo a redução da temperatura em relação à testemunha. Para a retenção de umidade do solo, o destaque foi a mucuna cinza. Dentre as coberturas avaliadas nesse bioma, as que contribuíram para redução da fitomassa das plantas espontâneas foram o guandu anão, mucuna cinza, feijão-de-porco e lab-lab, com destaque para redução em 40% da fitomassa das gramíneas, proporcionada com essas coberturas. A mucuna cinza, mucuna preta, lab-lab e feijão-de-porco se destacaram no incremento de macronutrientes e aumento da matéria orgânica sobre o solo, com a

senescência de folhas durante o ciclo. A crotalária juncea foi a espécie que se destacou no acúmulo de fitomassa, aporte N e macronutrientes. No experimento realizado na região da Caatinga Mineira, as leguminosas que se destacaram para cobertura do solo foram o calopogônio, amendoim forrageiro e cudzu tropical, com o calopogônio contribuindo com as maiores taxas nos primeiros 90 dias. O uso das leguminosas como cobertura permanente promoveu mudanças na composição das espécies espontâneas ao longo das avaliações, quando o calopogônio, amendoim forrageiro e cudzu tropical se destacaram na capacidade de supressão das espontâneas. Todas as leguminosas a partir dos 120 dias proporcionaram menor temperatura do solo, em relação à testemunha. O calopogônio se destacou dentre as espécies, com maior capacidade em conservar a umidade do solo, no incremento de macronutrientes e aumento da matéria orgânica sobre o solo, por meio da senescência de folhas durante o ciclo, maior acúmulo de fitomassa, macronutrientes e aporte de N ao sistema, pela parte aérea, aos 180 dias de ciclo. Este trabalho permite que os agricultores conheçam o comportamento das diferentes espécies para adubação verde, as quais apresentam características distintas, para, assim, suprirem as diferentes demandas para os sistemas agrícolas do Vale do Jequitinhonha.

Palavras-Chave: adubos verdes, leguminosas, ciclagem nutrientes, sustentabilidade, manejo do solo, plantas de cobertura.

GENERAL ABSTRACT

TEODORO, Ricardo Borges. **Behavior of leguminous against green manuring in the Jequitinhonha Valley.** 2010. 80 p. Dissertation (Master in Crop Vegetable). Federal University of the Jequitinhonha and Mucuri Valleys, Diamantina, MG, 2010.

The impacts caused by conventional agriculture have been promoting degradation of natural resources, what concerns the humankind. Specifically in the tropics, the soils require constant protection, considering that the wastage decreases the productivity. In this sense, conservation practices such as green manuring maintain the productive capacity of the soil over the times without causing negative impacts to the environment, leading to the sustainability of ecosystems. The objective of this study was to generate and adapt knowledge and technology that could wide the use of green manuring in conservation crops with low soil disturbance to the family farm in the Jequitinhonha Valley/Minas Gerais, where there were evaluated two characteristic biomes of the region, Cerrado and Caatinga. Two experiments were conducted: one in the region of Cerrado with annual leguminous, grey mucuna (*Mucuna nivea*), black (*Mucuna aterrima*), lab-lab (*Dolichos lab lab*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), juncea crotalaria (*Crotalaria juncea*), espectralis crotalaria (*Crotalaria spectabilis*), Little guandu (*Cajanus cajan*) and control (bare soil), and another in the Caatinga region consists of the perennial leguminous: tropical cudzu (*Pueraria phaseoloides*), calopogônio (*Calopogonium mucunoides*), forage peanut (*Arachis pintoi*), perennial soy (*Glycine wightii*), campo grande estilosa (*Stylosanthes capitata* and *Stylosanthes macrocephala*) and control (bare soil). The experimental design used in both experiments was randomized blocks with four replications. It was observed that in the Cerrado region the species that initially stood out for ground cover were grey mucuna and feijão-de-porco, with all the coverage promoting the reduction of temperature compared to control. In retaining soil humidity it was the grey mucuna. Among the tested coverages in this biome, the ones which contributed to the reduction in weeds phytomass were the little guandu, grey mucuna, feijão-de-porco and lab-lab, pointing the reduction of 40% in gramineas phytomass provided with these coverages. The grey mucuna, black mucuna, lab-lab and feijão-de-porco stood out in the increment of macronutrients and increase of organic matter on the ground with the senescence of leaves during the cycle. The juncea crotalaria was the specie that stood out in the accumulation of phytomass, N and macronutrient intake. In the experiment conducted in the Caatinga Mineira, the species that stood out to cover the soil were Calopogônio, forage peanut and tropical

cudzu, where the Calopogônio contributed to the highest rates is the first 90 days. The use of leguminous as permanent coverage induced changes in weed species composition along the ratings, when calopogônio, forage peanut and tropical cudzu stood out in ability to suppress the spontaneous ones. All the leguminous out of 120 days provided less soil temperature, compared to control. The calopogônio stood out among the species, with greater capacity to conserve soil humidity, the increment of macronutrients and increase of organic matter on the ground, through the senescence of leaves during the cycle, increased accumulation of phytomass, N and macronutrient intake of the system in the airy part in the 180 days of the cycle. This work allows farmers to know the behavior of different species against green manuring, what shows different characteristics making up for the different demands of agricultural systems in the Jequitinhonha Valley.

Keywords: green manuring, leguminous, nutrient cycle, sustainability, soil management, coverage crops.

LISTA DE FIGURAS

Página

CAPÍTULO 01

Figura 1.	Médias mensais de precipitação (mm), temperatura mínima e máxima (°C), observadas no período de setembro de 2008 a junho de 2009, no Alto Vale do Jequitinhonha – MG.....	20
Figura 2.	Cobertura do solo por leguminosas na região de Cerrado do Alto Vale do Jequitinhonha. UFVJM/CEART, Turmalina, 2009.....	25
Figura 3.	Acúmulo de fitomassa seca total das plantas espontâneas aos 40 dias após a semeadura, nas áreas cultivadas com diferentes leguminosas. UFVJM/CEART, Turmalina, MG, 2009.	28
Figura 4.	Temperatura do solo, com diferentes coberturas, em dois horários no dia, medidas em três profundidades, aos 40, 60 e 90 dias após a semeadura. UFVJM/CEART, Turmalina/MG, 2009.....	33

CAPÍTULO 02

Figura 1.	Médias mensais de precipitação (mm), temperatura mínima e máxima (°C), observadas no período de novembro de 2008 a junho de 2009, no Médio Vale do Jequitinhonha – MG.....	57
Figura 2.	Cobertura do solo por leguminosas, na região de Caatinga, no Médio Vale do Jequitinhonha. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2009.....	61
Figura 3.	Acúmulo de fitomassa seca total das plantas espontâneas aos 30, 60 e 90 dias após a semeadura, nas áreas cultivadas com diferentes leguminosas. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2009.....	62

LISTA DE TABELAS

Página

CAPÍTULO 01

Tabela 1.	Duração do ciclo vegetativo até o pleno florescimento, das espécies leguminosas. UFVJM/CEART, Turmalina/MG, 2009.....	24
Tabela 2.	Altura e taxa de desenvolvimento das leguminosas arbustivas em diferentes períodos de avaliação. UFVJM/CEART, Turmalina/MG, 2009.....	26
Tabela 3.	Acúmulo de fitomassa seca das principais espécies de plantas espontâneas, nas áreas cultivadas com diferentes leguminosas, durante os primeiros 40 dias após a semeadura. UFVJM/CEART, Turmalina/MG, 2009.	29
Tabela 4.	Acúmulo de água na camada de 0 – 5 cm do solo, em três datas, sob cobertura de diferentes leguminosas. UFVJM/CEART, Turmalina/MG, 2009.....	35

Tabela 5.	Deposição de fitomassa seca, ciclagem macronutrientes por ocasião de diferentes coletas de material senescentes das leguminosas até o florescimento das plantas. UFVJM/CEART, Turmalina/MG, 2009.....	37
Tabela 6.	Teores de Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio e Magnésio na parte aérea das leguminosas, em diferentes momentos no ciclo vegetativo. UFVJM/CEART, Turmalina/MG, 2009.....	40
Tabela 7.	Acúmulo de Fitomassa seca, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio em diferentes leguminosas, no período de florescimento. UFVJM/CEART, Turmalina/MG, 2009.....	44
Tabela 8.	Teores de Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio e Magnésio do material senescente das leguminosas em diferentes períodos de avaliação. UFVJM/CEART, Turmalina/MG, 2009.....	51

CAPÍTULO 02

Tabela 1.	Acúmulo de fitomassa seca das principais espécies de plantas espontâneas, nas áreas cultivadas com leguminosas, aos 30, 60 e 90 dias após a semeadura. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2009.....	64
Tabela 2.	Temperatura do solo, com diferentes coberturas, em dois horários no dia, medidas em três profundidades, aos 30, 60, 90, 120 e 150 dias após a semeadura. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2009.....	67
Tabela 3.	Volume de água na camada de 0–5 cm do solo, em seis épocas, para as diferentes coberturas de solo. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2009.....	69
Tabela 4.	Deposição de fitomassa seca e acúmulo de macronutrientes, pela deposição de material senescente das leguminosas, durante o ciclo. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2009.....	71
Tabela 5.	Teores de Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio e Magnésio na parte aérea das leguminosas, aos 180 dias de ciclo. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2009.....	72
Tabela 6.	Acúmulo de Fitomassa, Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio e Magnésio na parte aérea das leguminosas, aos 180 dias de ciclo. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2009.....	74
Tabela 7.	Teores de macronutrientes por ocasião de diferentes coletas de material senescente das leguminosas até 180 dias de ciclo. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2009.....	79

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO.....	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	2
2.1. Adubação Verde.....	2
2.2. Cobertura do Solo.....	3
2.3. Controle de Plantas Espontâneas.....	5
2.4. Umidade e Temperatura do Solo.....	7
2.5. Acúmulo de Fitomassa e Nutrientes por Adubos Verdes.....	8
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	10
CAPÍTULO 01 - COMPORTAMENTO DE LEGUMINOSAS ANUAIS PARA ADUBAÇÃO VERDE NA REGIÃO DE CERRADO DO ALTO VALE DO JEQUITINHONHA.....	16
RESUMO.....	17
ABSTRACT.....	18
1. INTRODUÇÃO.....	19
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4. CONCLUSÕES.....	45
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
6. ANEXOS.....	51
CAPÍTULO 02 - COMPORTAMENTO DE LEGUMINOSAS HERBÁCEAS PERENES UTILIZADAS COMO COBERTURA PERMANENTE DO SOLO NA REGIÃO DA CAATINGA MINEIRA, MÉDIO VALE DO JEQUITINHONHA.....	52
RESUMO.....	53
ABSTRACT.....	54
1. INTRODUÇÃO.....	55
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	56
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59
5. CONCLUSÕES.....	75
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76
7. ANEXOS.....	79
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	80

1. APRESENTAÇÃO

O Vale do Jequitinhonha é caracterizado pela predominância da agricultura familiar, presente nos três biomas que o constituem: cerrado no Alto Jequitinhonha, onde também se encontram campos rupestres; caatinga (semi-árido mineiro) no Médio Jequitinhonha, e mata atlântica no Baixo Jequitinhonha. As atividades agrícolas desenvolvidas pelos agricultores do Vale do Jequitinhonha, em sua maioria, são realizadas pelos plantios nas áreas de grotas, encostas e chapadas. Os agricultores trabalham em lavouras utilizando-se da abundância de recursos naturais, mas que podem se exaurir ao longo do tempo, se não manejados corretamente.

Diante dessa situação, muitos agricultores têm buscado tecnologias sustentáveis e inovadoras por meio de ONGs e Órgãos de Assistência Técnica e Extensão Rural, e as Universidades são importantes para geração dessas tecnologias, por meio de pesquisas. Em parceria com essas instituições, as Universidades as disponibilizam aos agricultores, visando garantir a continuidade da atividade agropecuária nessas áreas. Esses agricultores buscam, por meio dessas tecnologias, qualidades que proporcionem ao sistema agrícola aumento considerável dos conteúdos de matéria orgânica, retenção de água do solo, fertilidade e condições ambientais favoráveis ao incremento da vida biológica dos agroecossistemas, tornando-os sustentáveis ao longo do tempo.

Porém, ações de pesquisas relacionadas a essas tecnologias no Vale do Jequitinhonha são ainda bastante restritas, para as condições do semi-árido mineiro são praticamente inexistentes. A implementação e adaptações dessas tecnologias têm acontecido por meio de ações locais, sendo realizadas quase que exclusivamente por organizações do movimento social, quando se destacam as Escolas Família Agrícola - EFA. Essa instituição tem como base a gestão pelos agricultores e papel fundamental na difusão e construção do conhecimento e tecnologias apropriadas à realidade local e regional.

Diante do papel que as EFA's exercem para a Agricultura Familiar de Minas Gerais, sobretudo no Vale do Jequitinhonha, a AMEFA - Associação Mineira das Escolas Família Agrícola, instituição que representa as EFA's em nível estadual, e a UFVJM iniciaram um processo de Formação na temática da Agroecologia, com os monitores das EFA's, por entender que essa formação é fundamental na busca pelo desenvolvimento rural sustentável da Agricultura Familiar mineira. Dessa parceria se originou um projeto de cunho pedagógico que visa à formação, vinculada à realização de experiências com técnicas agroecológicas, e

também a geração, adaptação e difusão dos conhecimentos sobre práticas agrícolas que promovam a longevidade dos recursos naturais e da capacidade produtiva das áreas. Com esse foco, foram realizadas algumas experimentações, dentre elas as que constituíram esta dissertação.

Este projeto foi construído, juntamente ao processo de formação em Agroecologia, realizado com os monitores das EFA's, tendo também como objetivo conhecer o comportamento e as potencialidades que algumas espécies leguminosas herbáceas, anuais e perenes podem oferecer para a agricultura familiar, sobretudo aos pequenos e médios produtores descapitalizados do Vale do Jequitinhonha.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Adubação Verde

A adubação verde é uma técnica que consiste no cultivo de espécies nativas ou introduzidas, cultivadas em rotação ou em consórcio, com culturas de interesse econômico. Essas espécies podem ser de ciclo anual, semiperene e perene, as quais, portanto, cobrem o terreno em períodos de tempo ou durante todo o ano (Calegari *et al*, 1993; Espíndola *et al.*, 1997). Após serem roçadas, podem ser incorporadas ou mantidas em cobertura sobre a superfície do solo.

Desde a antiguidade é utilizada, com cultivo de determinadas plantas que produziam efeitos benéficos ao solo, manifestando-se em colheitas subsequentes, sendo conhecida por gregos, romanos e chineses antes da Era Cristã. Relatos da prática da adubação verde às margens dos lagos suíços datam de 4.000 – 5.000 anos a.C(Souza & Pires, 2005). No Brasil, as primeiras referências sobre a prática da adubação verde foram os trabalhos realizados por D'utra (1919). No período dos anos 40 e 50, a adubação verde era uma prática comum nos sistemas de produção dos agricultores. Entretanto, a partir do final da década de 50, por advento da revolução verde, houve grande estímulo para uso de adubos sintéticos e a prática foi abandonada por muitos agricultores (Fávero, 1998).

A adubação verde foi retomada nos anos 80, motivada pela necessidade urgente de controle da erosão e de recuperação de solos exaustivamente cultivados e inadequadamente manejados, com acentuados problemas de ocorrência de nematóides, doenças e plantas espontâneas. A partir dos anos 90, a utilização da adubação verde foi ainda mais intensificada pelo estímulo à agricultura orgânica e familiar, com expressivos resultados em distintas

situações agrícolas no país, sendo também inserida em sistemas de plantio direto e de integração lavoura pecuária.

Ultimamente, vários órgãos de pesquisa da iniciativa pública e privada e da extensão têm promovido discussões enfocando o uso da adubação verde como princípio para uma agricultura conservacionista, ambiental e economicamente sustentável.

Segundo Costa *et al.* (1993), Amado (2000) e Wutke *et al.* (2009), a adubação verde pode apresentar muitos benefícios aos agroecossistemas, como acúmulo de matéria orgânica na superfície do solo, reciclagem de nutrientes e aporte de N por meio da fixação biológica, principalmente pelas leguminosas, melhoria dos atributos químicos e físicos do solo, maior retenção e capacidade de infiltração de água, aumento da biodiversidade no solo, controle dos efeitos da temperatura no solo, diminuição das perdas de solo por erosão, sequestro de carbono e controle de plantas espontâneas.

2.2 Cobertura do Solo

Entre as diversas medidas conhecidas para o controle da erosão, uma das mais importantes é a cobertura do solo, com vegetação viva ou seus resíduos, de forma a impedir o impacto direto das gotas de chuvas sobre as partículas do solo. O controle da erosão significa a manutenção e a possibilidade de melhoria das condições de fertilidade do solo, com repercussão em melhores produções agrícolas.

Nas regiões agrícolas, a exposição dos solos durante o período da seca é constante, o que pode acarretar sérios problemas de degradação. Nesse período, o solo é exposto à radiação solar intensa, elevadas amplitudes térmicas, evapotranspiração e a erosão. Já no período chuvoso, são comuns as precipitações de intensidades elevadas, que acarretam erosão hídrica bastante crítica. Contudo, para contornar toda essa situação, a manutenção da cobertura do solo é de fundamental importância para preservá-lo.

Segundo Bertol *et al.* (2002), a cobertura de 20% do solo com resíduos vegetais contribui para reduzir as perdas de solo em aproximadamente 50%, em relação ao solo descoberto.

Brito *et al.* (1996) destacam que a manutenção de cobertura morta em relação ao solo descoberto pode proporcionar aumento de 2,5 vezes da velocidade de infiltração básica em um solo Podzólico Vermelho-Amarelo, auxiliando na redução do escoamento superficial associado à erosão.

Perin *et al.* (2003), estudando o comportamento do amendoim forrageiro em diferentes densidades de semeadura, observaram que ele cobriu plenamente o solo aos 224 dias após a semeadura independentemente da densidade, porém as densidades de 8 e 16 plantas/m linear proporcionaram 50% de cobertura do terreno, respectivamente aos 84 e 68 dias após a semeadura, enquanto nos tratamentos com 2 e 4 plantas/m linear, esse mesmo valor foi alcançado, respectivamente, aos 125 e 103 dias após a semeadura, quando semeado no final do período chuvoso. Entretanto, Perin (2001) havia constatado que essa leguminosa, quando semeada no início do período das águas, proporcionou plena cobertura do solo aos 110 dias após a semeadura.

Dalcomo *et al.* (1999) também destacam a velocidade de cobertura do solo do amendoim forrageiro em consórcio com pomar de citros, tendo como segunda opção a soja perene e o cudzu tropical.

Espíndola *et al.* (2005) observaram que o período de tempo necessário para cobertura completa do terreno por leguminosas como estilosantes, calopogônio, cudzu tropical foram de 135, 106 e 106 dias, respectivamente.

Fávero *et al.* (2001a) avaliaram o comportamento de diferentes leguminosas anuais quanto à velocidade de cobertura do solo. O feijão-de-porco se destacou, apresentando em torno de 60% aos 30 dias após semeadura, sendo a menor capacidade de cobrir o solo pelo lab-lab nas diferentes épocas avaliadas. Duarte Júnior & Coelho (2008) também observaram que o feijão-de-porco, juntamente com a mucuna preta, apresentam elevada taxa de cobertura inicial, quando o feijão-de-porco proporcionou 100% de taxa de cobertura aos 70 dias após a emergência das plântulas. Porém, os autores destacaram a capacidade da crotalária juncea ao cobrir plenamente o solo aos 51 dias após a emergência.

Em Planaltina-DF, Damaso *et al.* (1999), em um solo de cerrado, observaram que entre as espécies de adubos verdes semeadas no final do período chuvoso, as melhores coberturas do solo foram proporcionadas pela mucuna cinza e milheto, com 94% e 75%, respectivamente.

No Cerrado da região de Goiânia-GO, Carvalho *et al.* (1996) observaram que a mucuna preta proporcionou melhor cobertura do solo tanto na estação seca quanto no início do período chuvoso, sendo que a *Braquiaria ruziziensis* praticamente se igualou à mucuna no primeiro ano agrícola. Contudo, observou-se ainda redução da cobertura do solo pelos resíduos dos adubos verdes após início do período chuvoso, sendo essa queda mais acentuada para as leguminosas, em função das suas maiores taxas de decomposição.

Nascimento & Lombardi Neto (1999), trabalhando com crotalária juncea, mucuna preta e lab-lab em um Latossolo Roxo Distrófico, mostraram que a redução das perdas do solo se deve ao aumento da cobertura, quando as perdas médias de solo aos 30, 60, 90 e 120 dias para as leguminosas variaram de 0,02 a 16,8 t ha⁻¹ e para o solo sem cobertura a perda variou de 7,62 a 70,42 t ha⁻¹, durante seis anos agrícolas.

Segundo Chaves (2005), quando o adubo verde se desenvolve e cobre o solo, as características químicas, físicas e biológicas do solo ficam protegidas dos agentes climáticos nocivos à vida edáfica, enquanto em solos descobertos, a agregação das partículas superficiais é afetada pela energia de impacto das gotas de chuva.

2.3 Controle de Plantas Espontâneas

Algumas leguminosas são capazes de promover modificações na população de plantas espontâneas, suprimindo-as através da liberação de substâncias alelopáticas durante sua decomposição (Souza Filho *et al.*, 1997) e pela competição por recursos como água, luz e nutrientes (Bradshaw & Lanini, 1995). De acordo com Primavesi (2002), o controle de plantas espontâneas por alguns adubos verdes pode ocorrer pelas excreções radiculares, pela modificação química e física do solo, pelo sombreamento e pelo extrato lixiviado do material roçado.

Em estudos realizados por Fontanetti *et al.* (2004), observou-se que espécies utilizadas como adubos verdes, especialmente a mucuna preta (*Mucuna aterrima*) e o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), são eficientes no controle da tiririca (*Cyperus rotundus*), em sistema de cultivo da alface americana e de repolho, e atribui-se esse comportamento aos efeitos alelopáticos. Calegari *et al.* (1993) também citam os efeitos das mucunas, crotalária juncea e do feijão-de-porco sobre a tiririca (*Cyperus rotundus*), das mucunas cinza e preta sobre o picão preto, picão branco e capim-carrapicho, da crotalária juncea sobre diversas invasoras.

Espíndola *et al.* (2001) avaliaram extratos aquosos das leguminosas amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*), cudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*) e siratro (*Macropilium atropurpureum*) sobre a germinação de plantas teste e constataram elevado efeito inibitório das espécies com destaque para o siratro. Embora tal fato pudesse sugerir a presença de compostos alelopáticos nessa espécie, a avaliação fitossocial numa área de consórcio das mesmas leguminosas com bananeira revelou aumento da população de plantas espontâneas associado ao siratro. Isso foi explicado pelos autores pela maior sensibilidade dessa leguminosa ao sombreamento provocado pelas bananeiras, que teria ocasionado menor

cobertura do solo e conseqüente infestação por espontâneas nesse tratamento. Guerra *et al.* (2007) salientam que as menores velocidades de cobertura do terreno promovida por leguminosas perenes têm implicações práticas para sua introdução em pomares, principalmente no diz respeito ao controle de espontâneas.

Fávero *et al.* (2001a) verificaram que as leguminosas utilizadas como adubos verdes promovem modificações na dinâmica de sucessão das espécies espontâneas e a espécie que apresenta maior potencial para recobrimento e supressão dessas plantas é a mucuna preta. Segundo Severino & Christoffoleti (2004), a utilização de adubos verdes contribui na redução da população de plantas espontâneas, podendo ser utilizada para o manejo integrado dessas plantas, porém ressalta que também poderão ocorrer efeitos supressivos e alelopáticos sobre plantas cultivadas.

De acordo com Severino & Christoffoleti (2001), a fitomassa de amendoim forrageiro, crotalária juncea e guandu incorporado ou sobre a superfície reduziu significativamente as populações das plantas espontâneas *Brachiaria decumbens*, *Panicum maximum* e *Bidens pilosa*. Dessa forma, a prática da adubação verde pode fazer parte do manejo integrado de plantas espontâneas.

Segundo Nascimento & Mattos (2007), a mucuna preta apresenta elevado potencial para supressão de plantas espontâneas e recomendam o uso dessa espécie em situações em que haja elevada incidência de plantas espontâneas na área de cultivo.

As espécies crotalária *espectabilis*, mucuna preta e mucuna cinza reduziram significativamente a infestação e a fitomassa seca das plantas espontâneas *Digitaria horizontalis*, *Hyptis lophanta* e *Amaranthus spinosus*, enquanto a espécie de milho mostrou menos eficiente nesse efeito (Erasmus *et al.*, 2004).

Monquero *et al.* (2009), ao comparar os efeitos de adubos verdes na supressão de plantas espontâneas, observaram que a leguminosa mucuna preta (*Mucuna aterrima*) foi a mais eficiente na redução da emergência de corda de viola (*Ipomoea grandifolia*) nos diversos manejos utilizados, com a crotalária juncea (*Crotalaria juncea*) se destacando para braquiária *decumbens* e capim-colonião (*Brachiaria decumbens* e *Panicum maximum*).

Chaves (2000) identificou que o uso de adubos verdes em cafezais pode diminuir a incidência de plantas invasoras e reduzir substancialmente o tempo gasto com capina. Adubos verdes de crescimento mais rápido são mais eficientes na redução do poder infestante das plantas espontâneas, pois os resultados alcançados com a leucena e amendoim cavalo reduziram o tempo de capina comparativamente à mesma área sem adubo verde em 57 e 39%, respectivamente.

2.4 Umidade e Temperatura do Solo

Dentre os muitos benefícios produzidos pelos adubos verdes, aspectos relacionados à retenção da umidade e diminuição da temperatura do solo são de suma importância. De acordo com Torres (2003), a temperatura e a umidade do solo são afetadas por vários fatores, entre os quais a radiação solar incidente, a precipitação e a quantidade de água que infiltra.

A cobertura do solo por plantas e resíduos vegetais pode favorecer a infiltração e retenção da água no solo e também pelo desenvolvimento do sistema radicular. Silva *et al.* (2006) observaram que o escoamento superficial, a retenção de água no solo e a quantidade de palhada produzida pelo milho, pode ser expresso por um modelo linear, ou seja, quanto maior a produtividade de matéria seca dessa espécie, maior será o seu potencial em diminuir o escoamento superficial e aumentar o armazenamento de água, e com isso contribuir diretamente para melhoria das características edáficas.

Miyasaka *et al.* (1966) perceberam que, ao manter cobertura morta sobre o solo ou incorporá-la, houve amenização na variabilidade térmica do solo, manutenção de maior umidade e condições propícias para formação de nódulos no feijoeiro. Bragagnolo & Mielniczuk (1990) afirmam que a cobertura do solo reduz a perda de água por evaporação, além de diminuir as oscilações da temperatura do solo, dependendo da insolação e da umidade do solo.

Derpsch *et al.* (1985), em experimentos na região de Londrina (PR), em solos descobertos, determinaram períodos de temperaturas superiores a 40°C em novembro e dezembro, e até 50°C em janeiro, a 3 cm de profundidade, e relataram reduções de temperatura máxima diária do solo, nessa mesma profundidade, em torno de 15°C e aumentos no teor de água em 8 unidades percentuais pela cobertura do solo com resíduos de aveia. Sidiras e Pavan (1986), estudando a influência do manejo da temperatura do solo, identificaram que o sistema plantio direto propicia uma menor temperatura do solo, quando comparado com o convencional. Essa diminuição na temperatura ajuda a manter a vida microbiana mais estável, concorrendo para os aumentos da população, da diversidade e da atividade dos micro-organismos.

De acordo com Chaves (2001), as espécies de adubos verdes de crescimento volúvel, que produzem uma manta densa de cobertura sobre o solo, devem ser preferencialmente indicadas. Em seus estudos, constatou-se que a mucuna cinza, por ser de hábito volúvel e produzir boa quantidade de fitomassa, cobriu o solo com uma camada mais densa,

proporcionando diminuições importantes nos diversos horários e profundidades avaliadas, comparativamente à parcela testemunha. A crotalária *espectabilis* também ajudou a diminuir a temperatura, porém esteve sempre mais alta comparativamente às parcelas de mucuna cinza e mais baixa que a testemunha. Já Perin *et al.* (2004), ao avaliarem diferentes leguminosas perenes, identificaram que o siratro e cudzu tropical se destacaram na conservação da umidade e diminuição da temperatura do solo na camada superficial, quando comparados com amendoim forrageiro e com o controle sem cobertura viva.

Torres *et al.* (2006), ao avaliarem a influência das plantas de cobertura na temperatura e umidade do solo em rotação de milho-soja em plantio direto, perceberam que as medidas para temperatura a 5 cm de profundidade foram maiores do que a 10 cm, sendo tal fato relacionado à maior incidência dos raios solares e ao efeito acumulativo do solo, principalmente em áreas com menor quantidade de cobertura, e ao efeito do sombreamento causado pelo milho e soja no solo, sendo que os maiores valores observados de temperatura ocorreram na área de semeadura convencional em ambas as profundidades; já para os valores de umidade do solo, todas as coberturas contribuíram para sua retenção; entretanto, após a colheita do milho e da soja, ocorreu queda acentuada com relação aos valores de umidade do solo, variação da umidade que foi proporcionada pela retirada das culturas anuais, a qual diminui a cobertura do solo após a colheita demonstrando, dessa forma, a importância da cobertura vegetal sobre os aspectos avaliados.

2.5 Acúmulo de Fitomassa e Nutrientes por Adubos Verdes

Dentre as características a serem observadas para indicação de espécies de adubo verde para um determinado regime agrícola, destacam-se a capacidade de produção de fitomassa, aporte de nutrientes e adaptação ao clima e solo (Calegari *et al.*, 1993).

Chaves *et al.* (1997) e Chaves (2000) mostram que o aumento de matéria orgânica com a utilização de algumas plantas como leucena (*Leucena leucocephala*), amendoim cavalo (*Arachis hypogaea*), mucuna cinza (*Stizolobium pruriens*) e crotalária mucronata (*Crotalaria mucronata*), plantadas na entrelinha do cafeeiro, proporcionou um aumento apreciável na capacidade de troca de cátions (CTC) do solo. Pavan & Chaves (1998) também citam que as práticas conservacionistas da matéria orgânica, como adubação verde, são caracterizadas pelo melhor manejo dos resíduos, incorporação dos nutrientes no ciclo biológico e diminuições das perdas por erosão e lixiviação; apresentam como maior consequência a diminuição da acidez e aumento da CTC, constituindo-se o caminho mais curto para o alcance da sustentabilidade

agrícola. Para Carvalho & Amabile (2006), os adubos verdes podem aumentar os níveis de N no solo e, em muitos casos, substituir parcial ou totalmente a adubação nitrogenada da cultura subsequente. Possivelmente, os níveis de adubações de outros nutrientes como P, K, Ca e Mg podem ser diminuídos.

Ferreira *et al.* (2008) destacam a produção de fitomassa seca da crotalária juncea de $5,95 \text{ t ha}^{-1}$, e como planta de cobertura ela se apresentou mais eficiente no fornecimento de N por apresentar boa capacidade de produção de massa seca e elevado percentual de N nos tecidos. Martí *et al.* (2008) destacam o potencial de produção de matéria seca da crotalária juncea em relação ao feijão-de-porco, guandu anão, lab-lab e mucuna preta, na região semiárida. Entretanto, Cerutti *et al.* (2008) observaram que o feijão-de-porco produz grande quantidade de fitomassa e acumula elevada quantidade de N, em torno de 14 t ha^{-1} e $380 \text{ kg de N ha}^{-1}$, na mesma região.

Os estudos realizados por Fávero *et al.* (2001b), sobre o comportamento de adubos verdes e espécies espontâneas e as interações entre suas populações, comprovaram que, quando leguminosas foram deixadas junto com a vegetação espontânea, houve maior acúmulo de biomassa e maiores conteúdos de N e Ca que o sistema com apenas as espécies espontâneas. Com relação às leguminosas, o feijão-de-porco se destacou quanto à capacidade de cobertura do solo e ao acúmulo de N e P.

Kolling *et al.* (2008), estudando o comportamento da mucuna cinza, perceberam um lento crescimento inicial. Entretanto, apresentou grande agressividade de crescimento aos 35 dias após a semeadura e, ao final das avaliações, acúmulo de fitomassa seca de $4,84 \text{ t ha}^{-1}$, com aporte de 134 kg N ha^{-1} .

Fávero (1998) observou que a produção de matéria seca para feijão-de-porco, lab-lab, mucuna preta e guandu foi de 6,98; 6,68; 5,44 e $3,74 \text{ t ha}^{-1}$, respectivamente. Segundo Pereira (1991) e Carvalho *et al.* (1999), a crotalária *spectabilis*, quando semeada no início do período chuvoso, pode apresentar variação de sua produção de matéria seca de 2,0 a $16,6 \text{ t ha}^{-1}$ e, quando plantada a partir de fevereiro, sua produção oscila entre 1,3 e $2,7 \text{ t ha}^{-1}$. Delamerlinda *et al.* (2008) destacaram que o uso do cudzu tropical, crotalárias juncea e *spectabilis* proporcionaram aumentos significativos nos teores de matéria orgânica, soma de bases e na percentagem de saturação por bases.

Oliveira *et al.* (2007), em estudos sobre a produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e decomposição de resíduos de leguminosas anuais em solos de várzea em Tocantins, observaram que, dentre as leguminosas estudadas, as mucunas preta e cinza

apresentam maiores teores de N e P na parte aérea, em média 103,15 e 75,6 kg N ha⁻¹, 14,3 e 6,9 kg P ha⁻¹, não diferindo para Ca, K, Mg e S.

Perin *et al.* (2004), ao avaliarem leguminosas perenes, identificaram que o cudzu tropical, quando comparado com galáxia, apresentou menor potencial para produção de matéria seca e acúmulo de N, P e K.

Fiorin (1999) observou que a utilização de algumas espécies de adubos verdes no inverno como ervilhaca, tremoço e nabo forrageiro tem proporcionado quantidades de vários nutrientes fixados ou reciclados, conforme os seguintes resultados: 148, 129 e 138 kg N ha⁻¹; 20, 21 e 22 kg P ha⁻¹; 198, 168 e 204 kg K ha⁻¹; 47, 65 e 96 kg Ca ha⁻¹ e 16, 27 e 34 kg Mg ha⁻¹, respectivamente. Espíndola *et al.* (2005), ao avaliarem a produção de fitomassa seca e acúmulo de N, P e K em quatro anos de avaliações, observaram maior produção de fitomassa pelos estilosantes (19,3 t ha⁻¹) e maior acúmulo de N (438 kg ha⁻¹), P (32,8 kg ha⁻¹) e K (208,1 kg ha⁻¹) pelo cudzu tropical no primeiro ano. Nos anos seguintes, o amendoim forrageiro superou as demais leguminosas quanto à fitomassa seca, N e P acumulados.

Dalcomo *et al.* (1999) destacam a produção de fitomassa seca e acúmulo de N por leguminosas perenes em consórcio com pomares de citros, quando destacaram o amendoim forrageiro, soja perene, cudzu tropical e calopogônio com 3,32; 2,19; 1,67 e 1,66 t ha⁻¹, respectivamente. O acúmulo de N para as referidas leguminosas foi de 80,89; 50,77; 43,45 e 40,27 kg ha⁻¹, respectivamente.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMADO, T.J.C. Manejo da palha, dinâmica da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes em plantio direto. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA – harmonia do homem com a natureza, desafio do 3º milênio, 7, 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Foz do Iguaçu: Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha, p. 105-111, 2000.

BERTOL, I.; SCHICH, J.; BATISTELA, O. Razão de perdas de solo e fator C para milho e aveia preta em rotação com outras culturas em três tipos de preparo de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, p.545-552, 2002.

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

BRAGAGNOLO, L. & MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por palha de trigo e seu relacionamento com a temperatura e Umidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 14, p. 369 – 374 , 1990.

BRITO, L.T.L.; LOUREIRO, B.T.; DENICULI, W.; RAMOS, M.M.; SOARES, J.M. Influência do método na determinação da velocidade de infiltração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, p. 503-507, 1996.

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULIZANI, E.A.; COSTA, M.B.B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T.J. Aspectos gerais da adubação verde. In: COSTA, M.B.B.; CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULIZANI, E.A.; WILDNER, L.P.; ALCÂNTRA, P.B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T.J. **Adubação verde no Sul do Brasil**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, p. 1-55, 1993.

CARVALHO, A. M.; AMABILE, R. F.. **Cerrado: adubação verde**. EMBRAPA, Planaltina-DF, 2006.

CARVALHO, A.M.; BURLE, M.L.; PEREIRA, J.; SILVA, M.A. **Manejo de adubos verdes no Cerrado**. Planaltina: EMBRAPA CERRADOS, 1999. 28p (Circular Técnica).

CARVALHO, A.M.; CORREIA, J.R.; BLANCANEUX, P.; FREITAS, L.R.S.; MENEZES, H.A.; PEREIRA, J.; AMABILE, R.F. Caracterização de espécies de adubos verdes para milho em Latossolo Vermelho-Escuro originalmente sob cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8, 1996, Brasília, DF. Biodiversidade e produção sustentável de alimentos e fibras nos cerrados: **anais**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, p. 384-388, 1996.

CERUTTI, T.R.; MATTIAS, J.L.; DENARDIN, R.B.N.; WILDNER, L. do P.; BUSNELLO, F.J.; SCHARAGLE, E. CURVA DE CRESCIMENTO, ACÚMULO DE FITOMASSA E NITROGÊNIO PELO GUANDU ANÃO (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.). FertBio 2008: desafios para o uso do solo com eficiência e qualidade ambiental: **anais**. Londrina: Embrapa Soja: SBSC: IAPAR: UEL, 2008. (CD-ROM).

CHAVES, J.C.D. Benefícios adicionais da adubação verde para a lavoura cafeeira. II Simpósio de Pesquisa dos cafés do Brasil. Vitória, EMBRAPA-Café/Ministério da Agricultura e do Abastecimento, **Resumos...** p. 2440-2448, 2001.

CHAVES, J.C.D. Efeito da adubação mineral, orgânica e verde sobre a fertilidade do solo, nutrição e produção do cafeeiro. I Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. EMBRAPA Café e MINASPLAN, Poços de Caldas, **Resumos**, p. 1389-1392, v.2, 2000.

CHAVES, J.C.D. Uso racional de plantas de cobertura em lavouras cafeeiras. IV Consórcio Brasileiro de Pesquisa dos Cafés do Brasil. **Resumos**. Londrina: EMBRAPA-Café/IAPAR, 2005. CD-ROM

CHAVES, J.C.D.; GORRETA, R.U.; DEMONER, C.A.; CASANOVA JÚNIOR, G.; FANTIN, D. **O amendoim cavalo (*Arachis hypogoea*) como alternativa para cultivo intercalar em lavoura cafeeira**. Londrina: IAPAR, 1997. (IAPAR. Boletim Técnico, 55)

COSTA, M.B.B. da (Coord.). **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. 346 p

D'UTRA, G.R.P. **Adubos Verdes: sua produção e modo de emprego**. São Paulo: Secretaria da Agricultura, Comércio e Obras Públicas do Estado de São Paulo, 1919. 76p.

DALCOMO, J.M.; ALMEIDA, D.L.; GUERRA, J.G.M. **Avaliação de leguminosas perenes para cobertura do solo em pomar cítrico no município Jerônimo Monteiro, ES.** Seropédica: Embrapa-CNPAB, 1999. 8 p. (Comunicado Técnico, 36).

DAMASO, F.H.M.; CARVALHO, A.M.; MOURA, L.L.; SODRÉ FILHO, J. Eficiência de cobertura do solo por espécies vegetais na região dos cerrados. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 27., 1999, Brasília-DF. **Anais.** Planaltina: EMBRAPA CERRADOS, 1999. CD-ROM

DELAMERLINDA, E.A.; SAMPAIO, F.A.R.; CORREA, V.C.B.; BROGIO, M.P. Efeito da adubação verde nas características físicas e químicas de um solo na região de Ji Paraná – RO. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 28., 2008, Londrina. FertBio 2008: desafios para o uso do solo com eficiência e qualidade ambiental: **anais.** Londrina: Embrapa Soja: SBCS: IAPAR: UEL, 2008. (CD-ROM).

DERPSCH, R., SIDIRAS, N.; HEINZMANN, F.X. Manejo do solo com coberturas verde de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 7, p. 761 – 773, 1985.

DUARTE JUNIOR, J.B. & COELHO, F.C. Adubos verdes e seus efeitos no rendimento da cana-de-açúcar em sistemas de plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.3, p.723-732, 2008.

ERASMO, E.A.L.; AZEVEDO, W.R.; SARMENTO, R.A.; CUNHA, A.M.; GARCIA, S.L.R. Potencial de espécies utilizadas como adubo verde no manejo integrado de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 22, n. 3, p. 337-342, 2004.

ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. de; TEIXEIRA, M. G.; URQUIAGA, S. Evaluation of perennial herbaceous legumes with different phosphorus sources and levels in Brazilian Ultisol. **Renewable Agriculture and Food Systems**, Wallingford, v.20, p. 56-62, 2005.

ESPINDOLA, J.A.A.; OLIVEIRA, S.J.C.R. de; CARVALHO, G.J.A. de; SOUZA, C.L.M. de; PERIN, A.; GUERRA, J.G.M.; TEIXEIRA, M.G. **Potencial alelopático e controle de plantas invasoras por leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira.** Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2001. (Comunicado Técnico, 47)

FÁVERO, C. **Potencial de Plantas Espontâneas e de Leguminosas para Adubação Verde.** Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, 1998. Dissertação de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas, 84 p.

FÁVERO, C.; JUCKSCH, I.; ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 11, p. 1355-1362, 2001a.

FÁVERO, C.; JUCKSCH, I.; COSTA, L. M.; CASALI, V. W. D. Plantas espontâneas e leguminosas introduzidas: adubação verde e interações entre populações. **Revista Ceres**, v. 48, p. 485-499, 2001b.

FERREIRA, E. P. B.; MATA, W.M.; COELHO, L. H.; SANTOS, R. F.; DIDONET, A. D. Disponibilidade de N e taxa de decomposição de adubos verdes em sistema de produção

agroecológico. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 28, 2008, Londrina. FertBio 2008: desafios para o uso do solo com eficiência e qualidade ambiental: **anais**. Londrina: Embrapa Soja: SBCS: IAPAR: UEL, 2008. (CD-ROM).

FIORIN, J. E. Plantas recuperadoras da fertilidade do solo. In: Curso sobre Fertilidade do solo em Plantio Direto, 1999, Cruz Alta, RS. **Resumos**. Passo Fundo: Ed. Aldeia Norte, p. 39-55, 1999.

FONTANETTI, A.; CARVALHO, G.J.; MORAIS, A.R.; ALMEIDA, K.; DUARTE, W.F. Adubação verde no controle de plantas invasoras nas culturas de alface americana e repolho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 967-973, 2004.

GUERRA, J.G.M.; ESPINDOLA, J. A. A.; PERIN, A.; TEIXEIRA, M. G.; ALMEIDA, D. L.; ASSIS, R.L. **Desempenho de leguminosas perenes tropicais perenes como plantas de cobertura do solo**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2007. 39 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento)

KOLLING, D. F.; SCHAGLE, E. G.; SORDI, A.; BUSNELLO F.; FRANCESCHI, J.; MATTIAS, J.L.; DENARDIN R. B. N.; WILDNER, L. P. Curva de crescimento, cobertura de solo, produção de fitomassa e absorção de nitrogênio da mucuna cinza. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 28, 2008, Londrina. FertBio 2008: desafios para o uso do solo com eficiência e qualidade ambiental: **anais**. Londrina: Embrapa Soja: SBCS: IAPAR: UEL, 2008. (CD-ROM).

MARTÍ, F. J.; HERNANDEZ, F. F. F.; AQUINO, B. F.; GUIMARÃES, V. A. Produção de biomassa e conteúdo de nitrogênio de seis leguminosas. . In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 28, 2008, Londrina. FertBio 2008: desafios para o uso do solo com eficiência e qualidade ambiental: **anais**. Londrina: Embrapa Soja: SBCS: IAPAR: UEL, 2008. (CD-ROM).

MIYASAKA, S.; CAMARGO, A. P.; INFORZATO, R.; IGUE, T. Efeitos da cobertura e da incorporação ao solo, imediatamente antes do plantio, de diferentes formas de matéria orgânica não decomposta, na cultura do feijoeiro. **Bragantia**, v. 25, n. 32, Campinas, 1966.

MONQUERO, P.A.; AMARAL, L.R.; INÁCIO, E.M.; BRUNHARA, J.P.; BINHA, D.P.; SILVA, P.V. SILVA, A.C. Efeitos de adubos verdes na supressão de espécies de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 27, n. 1, p. 85-95, 2009.

NASCIMENTO, A.F.R. & MATTOS, J.L.S. Produtividade de biomassa e supressão de plantas espontâneas por adubos verdes. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre-RS, v. 2, p. 33-38, 2007.

NASCIMENTO, P.C. & LOMBARDI NETO, F. Razão de perdas de solo sob cultivo de três leguminosas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p. 121-125, 1999.

OLIVEIRA, F.L.; GOSCH, M.; PADOVAN, M. Produção de fitomassa acumulo de nutrientes e decomposição de resíduos de leguminosas em solo de várzea do Estado do

Tocantins, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre-RS, v. 2, n. 1, fev., p. 1501-1505, 2007. Resumos II Congresso Brasileiro de Agroecologia.

PAVAN, M.A.; CHAVES, J.C.D. **A importância da matéria orgânica nos sistemas agrícolas com base nos resultados de pesquisa**. Londrina: IAPAR, 1998, 36 p. (IAPAR Circular, 98)

PEREIRA, J. Avaliação das características agronômicas de leguminosas adubos verdes nos cerrados. **Relatório Técnico Anual do Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado 1982/1985**. Planaltina, DF, p. 111-112, 1991.

PERIN, A. **Desempenho de leguminosas herbáceas perenes com potencial de utilização para cobertura viva e seus efeitos sobre alguns atributos físicos do solo**. 2001. 144 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2001.

PERIN, A.; GUERRA, J.G.M.; TEIXEIRA, M.G. Cobertura do solo e acumulação de nutrientes pelo amendoim forrageiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 7, p. 791-796, jul. 2003.

PERIN, A.; LIMA, E.A.; PEREIRA, M.G.; TEIXEIRA, M. G.; GUERRA, J.G.M. Efeitos de coberturas vivas com leguminosas perenes sobre a umidade e temperatura do solo. **Agronomia**, v.38, n.º.1, p. 27 - 31, 2004.

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

SEVERINO, F.J. & CHRISTOFFOLETI, P.J. Banco de sementes de plantas daninhas em solo cultivado com adubos verdes. **Bragantia**, Campinas, v. 60, 201-204, 2001.

SEVERINO, F.J. & CHRISTOFFOLETI, P.J. Weed suppression by mother crops and selective herbicides. **Science Agricultural**, Piracicaba, v. 61, n. 1, p. 21-26, 2004.

SILVA, F.A.M.; PINTO, H.S.; SCOPEL, E.; CORBEELS, M.; AFFHOLDER, F. Dinâmica da água nas palhadas de milho, milheto e soja utilizadas em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 5, p. 717-724, 2006.

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. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, p. 165-170, 1997.

SOUZA, C.M. & PIRES, F.R. **Adubação Verde e Rotação de Culturas**. Viçosa: UFV, 2005. p. 11 - 42 (Caderno Didático, 96).

TORRES, J.L.R. **Estudo das plantas de cobertura na rotação milho-soja em sistema de plantio direto no cerrado, na região de Uberaba-MG**. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

TORRES, J.L.R.; FABIAN, A.J.; PEREIRA, M.G.; ANDRIOLI, I. Influência de plantas de cobertura na temperatura e umidade do solo na rotação de culturas milho-soja em plantio direto. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 1, p. 107-103, jan-mar, 2006.

WUTKE, E.B.; TRANI, P.E.; AMBROSANO, E.J.; DRUGOWICH, M.I. **Adubação verde no Estado de São Paulo**. Campinas, n. 249, junho 2009. (Boletim Técnico, 249)

CAPÍTULO 01

COMPORTAMENTO DE LEGUMINOSAS ANUAIS PARA ADUBAÇÃO VERDE NA REGIÃO DE CERRADO DO ALTO VALE DO JEQUITINHONHA

COMPORTAMENTO DE LEGUMINOSAS ANUAIS PARA ADUBAÇÃO VERDE NA REGIÃO DE CERRADO DO ALTO VALE DO JEQUITINHONHA.

Resumo: O trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento e as potencialidades de espécies leguminosas anuais para uso na adubação verde na região de cerrado do Vale do Jequitinhonha/MG. O experimento foi instalado em novembro de 2008, na área do Centro de Educação e Arte de Turmalina – CEART, em Turmalina/MG. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com sete tratamentos e quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos pelas seguintes espécies leguminosas: mucuna cinza (*Mucuna nivea*), mucuna preta (*Mucuna aterrima*), lab-lab (*Dolichos lab lab*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), crotalária juncea (*Crotalaria juncea*), crotalária espectabilis (*Crotalaria spectabilis*), guandu anão (*Cajanus cajan*) e testemunha (solo nu). As características avaliadas foram: emergência das plântulas e duração do ciclo até o florescimento; taxa de cobertura do solo; retenção de umidade e conservação da temperatura do solo; capacidade supressão sobre a vegetação espontânea; capacidade de ciclagem de macronutrientes, através da senescência de folhas, além da produção total de fitomassa seca e acúmulo de macronutrientes. O período para o pleno florescimento das plantas variou de 88 a 163 dias. A mucuna cinza e o feijão-de-porco se destacaram para cobertura do solo nos primeiros 60 dias, com a mucuna cinza apresentando maior capacidade de retenção da umidade. Todas as leguminosas proporcionaram redução da temperatura do solo, sendo os menores valores observados nas leguminosas de crescimento volúvel. Dentre as coberturas avaliadas, as que contribuíram para redução da fitomassa das plantas espontâneas foi o feijão-de-porco, lab-lab, mucuna cinza e guandu anão, com destaque para redução em 40% da fitomassa das gramíneas, proporcionada por essas coberturas. A fitomassa senescente depositada pela mucuna cinza, lab-lab e mucuna preta permite aumentar a quantidade de matéria orgânica sobre o solo e recicla quantidades significativas de nutrientes. Nos teores apresentados pelas leguminosas nas diferentes fases vegetativas, observou-se que o N, P e K tendem a diminuir, enquanto o Ca e Mg aumentam para a maioria das espécies, o que contribui para melhor escolha da época de seu manejo. A crotalária juncea foi a espécie que apresentou maior acúmulo de fitomassa seca e macronutrientes, tornando-se promissora para adubação verde na região.

Palavras-Chave: adubos verdes, leguminosas, ciclagem de nutrientes, sustentabilidade, manejo do solo, plantas de cobertura.

BEHAVIOR OF ANNUAL LEGUMINOUS AGAINST GREEN MANURING IN THE CERRADO REGION OF THE HIGH JEQUITINHONHA VALLEY.

Abstract: The present work had the objective to evaluate the behavior and the potentialities of annual leguminous species for use in green manuring in the cerrado region of Jequitinhonha Valley, MG. The experiment was installed in November, 2008 in the area of the Center for Education and Art of Turmalina - CEART in Turmalina, MG. The experimental design was randomized blocks with seven treatments and four replications, the treatments consisted of the following leguminous species: grey mucuna (*Mucuna nivea*), black (*Mucuna aterrima*), lab-lab (*Dolichos lab lab*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), Juncea Crotalaria (*Crotalaria juncea*), Espactabilis Crotalaria (*Crotalaria spectabilis*), Little guandu (*Cajanus cajan*) and control (bare soil). The characteristics evaluated were: plants emergency and duration of the cycle until the flowering; rate of soil coverage; humidity retention and conservation of soil temperature; suppression ability on spontaneous vegetation; cycling capacity of macronutrients through senescence of leaves, beyond the total production of dry phytomass and accumulation of nutrients in it. The period to the full flowering of plants ranged from 88 to 163 days. The grey mucuna and the feijão-de-porco stood out for ground cover in the first 60 days, where the grey mucuna presented higher humidity retention capacity. All the leguminous promoted reduction of soil temperature, the lower values were observed in the leguminous with inconstant growth. Among the tested coverages, those that contributed to reduction of phytomass in spontaneous plants were: Feijão-de-porco, lab-lab, grey mucuna and little guandu, pointing the reduction 40% of the grass phytomass, what was promoted by this coverages. The senescent phytomassa deposited by the grey mucuna, lab-lab and black mucuna permits the increasing of organic matter in the soil and recycles significant quantities of nutrients. In the ranges presented by the leguminous in different vegetatives phasis it was observed that o N, P and K have the tendence to decrease when Ca and Mg increase in the most of the species what contributes to the best choice of the manure period. The juncea crotalaria was the specie with the highest accumulation of dry phytomass and macronutrients becoming promising for green manuring in the region.

Keywords: green manuring, leguminous, nutrient cycle, sustainability, soil management, cover crops.

1. INTRODUÇÃO

Os recursos naturais e, especialmente, a biodiversidade vêm sendo degradados em razão do uso intenso e inadequado, o que se reflete em impactos diretos sobre os fatores socioeconômicos, qualidade de vida, segurança alimentar e êxodo rural das populações. Esses impactos resultam muitas vezes da ineficiência dos sistemas agrícolas, sendo frequentes as necessidades de intervenções por meio de práticas conservacionistas como adubação verde, para a reestruturação e sustentabilidade dos sistemas produtivos.

O uso da adubação verde é uma prática milenar conhecida e utilizada há mais de 2.000 anos pelos gregos, romanos e chineses, com o objetivo principal de aumento da produção das lavouras (Wutke *et al.* 2009). Dentre as várias espécies cultivadas como adubos verdes, destacam-se aquelas da família Fabaceae que, além de proporcionarem benefícios similares aos obtidos com espécies de outras famílias, apresentam a vantagem de aportar quantidades expressivas de N aos agroecossistemas, tornando-se uma alternativa para o suprimento parcial ou total de N (Perin *et al.*, 2000a; Gonçalves *et al.*, 2000). Vários outros benefícios são obtidos com essa prática, que proporciona proteção permanente contra os principais agentes causadores da degradação dos solos (Primavesi, 2002), a manutenção da umidade do solo, a diminuição das temperaturas máximas e da amplitude térmica (Sidiras & Pavan, 1986; Furlani *et al.*, 2008) e a reciclagem de nutrientes como P, K, Ca, Mg (Duarte Junior & Coelho, 2008).

Diversas pesquisas foram realizadas nos últimos anos no sentido de ampliar o conhecimento e o uso de adubos verdes, principalmente para as espécies de ciclo anual. Entretanto, observa-se que ainda há insuficientes informações científicas para dar suporte às recomendações de utilização das diversas espécies leguminosas como adubos verdes, haja vista a complexa diversidade de ambientes que existe no Brasil. O sucesso dessa prática depende, dentre outros fatores, de conhecimentos básicos sobre o comportamento, adaptação, exigências, limites e potencialidades de cada leguminosa usada na adubação verde às características edafoclimáticas locais e ou regional.

Assim, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o comportamento e as potencialidades de leguminosas anuais para adubação verde na região de Cerrado do Vale do Jequitinhonha.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Centro de Educação e Arte de Turmalina – CEART, em Turmalina-MG, com o seguinte ponto de localização: 17°23'37" S e 42°35'22" W, 855 m de altitude, na região de cerrado.

Na área utilizada para o experimento sempre realizou-se o cultivo de hortaliças, com uso constante do esterco bovino, como principal fonte de nutrientes e matéria orgânica, sendo o solo classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (Embrapa, 1999). As precipitações, temperaturas máximas e mínimas médias mensais se encontram na figura 1.

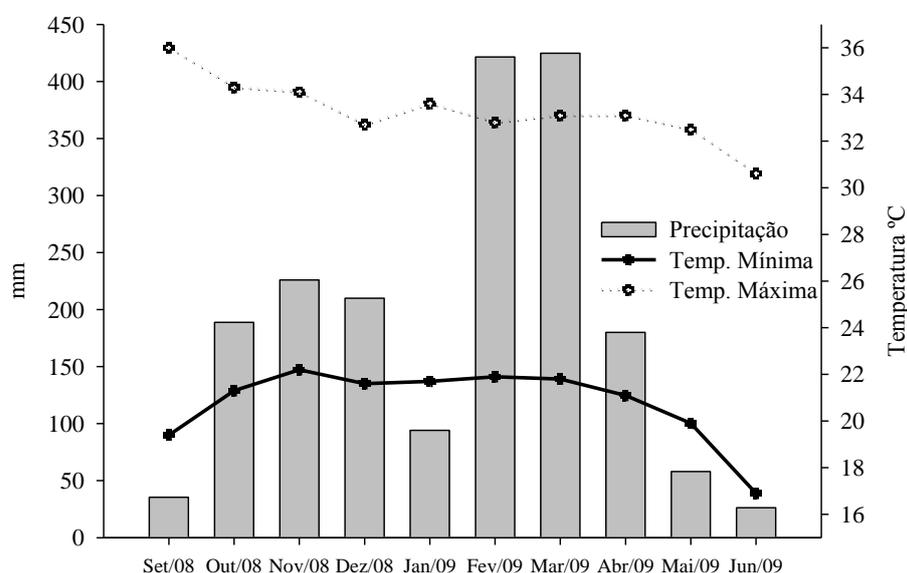


Figura 1. Médias mensais de precipitação (mm), temperatura mínima e máxima (°C), observadas no período de setembro de 2008 a junho de 2009, no Alto Vale do Jequitinhonha – MG. Fonte: INMET (2009)

Foram retiradas da área amostras de solo (0-20 cm), cujas características químicas e granulométricas apresentavam os seguintes valores: pH em água 4,3; 13,8 mg dm⁻³ de P_{Mehlich 1}; 180 mg dm⁻³ de K; 1,0 cmol_c dm⁻³ de Ca; 0,4 cmol_c dm⁻³ de Mg; 1,4 cmol_c dm⁻³ de Al e saturação por bases igual a 8%; areia 34%, silte 10% e 56% de argila. A calagem foi realizada pelo método da neutralização do Al⁺³ e da elevação dos teores de Ca⁺² + Mg⁺², sendo os valores de saturação por Al⁺³ tolerados pelas culturas (mt), Ca + Mg trocáveis para cultura (X) e saturação por bases (Ve) o recomendado para os adubos verdes, leguminosas (Alvarez & Ribeiro, 1999). Realizou-se, na área, aplicação a lanço e sem incorporação de 2,5 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT igual a 80%), 30 dias antes da semeadura.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com oito tratamentos e quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos pelas seguintes leguminosas: mucuna cinza (*Mucuna nivea*), mucuna preta (*Mucuna aterrima*), lab-lab (*Dolichos lab lab*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), crotalária juncea (*Crotalaria juncea*), crotalária espectabilis (*Crotalaria spectabilis*), guandu anão (*Cajanus cajan*) e testemunha (solo nu).

Antes da semeadura foi realizada capina manual em toda a área do experimento, sendo as leguminosas semeadas em 21 de novembro de 2008 (período chuvoso), na profundidade de 2 a 5 cm, espaçamento entre os sulcos de 40 cm e com a densidade de 10 sementes por metro de sulco, para a mucuna cinza, mucuna preta e feijão-de-porco, e na densidade de 20 sementes por metro de sulco para as demais espécies. A área de cada parcela foi de 4 m² (2 m x 2 m), sendo considerada área útil os 2 m² centrais.

As características avaliadas nas leguminosas foram: emergência das plântulas e duração do ciclo até o florescimento; taxa de cobertura do solo; promoção da retenção de umidade e conservação da temperatura do solo; capacidade de supressão sobre a vegetação espontânea; potencial de deposição de folhas e ciclagem de macronutrientes, pela senescência de folhas, além da produção total de fitomassa seca e acúmulo de macronutrientes na parte aérea.

A taxa de cobertura do solo foi determinada aos 40, 60 e 90 dias após a semeadura das leguminosas, pelo método do número de interseções descrito por Fávero (1998), a qual foi constituída por um quadro de madeira de 1m² contendo uma rede de barbante, espaçados de 10 cm, definidos 100 pontos, sendo a leitura da cobertura feita diretamente em percentagem. O uso dessa metodologia na determinação da taxa de cobertura do solo se deu apenas para mucuna preta, mucuna cinza, lab-lab e feijão-de-porco, sendo que, para a crotalária juncea, crotalária espectabilis e guandu anão, não se determinou a capacidade de cobertura do solo, em razão do difícil manuseio e aos possíveis danos a serem provocados nas plantas com essa característica. Entretanto, avaliou-se o seu desenvolvimento nas referidas datas, determinando-se as alturas delas. Para avaliação da altura das plantas foi utilizada uma fita milimetrada, medindo-se a altura do dossel de 10 plantas, a partir da superfície do solo até o ponto mais alto da planta.

As temperaturas do solo foram determinadas nas profundidades de 5, 10 e 15 cm, aos 40, 60 e 90 dias após a semeadura. As leituras foram instantâneas, com auxílio de termômetro digital, modelo SoloTerm 1200, que utiliza sonda metálica, realizadas às 9h e às 14h. A umidade volumétrica do solo foi determinada nas mesmas datas. No entanto, nas profundidades de 0 a 5 cm, sendo a umidade determinada indiretamente pela densidade

aparente do solo, pelo método padrão de estufa (Bernardo *et al.*, 2006). A capacidade de supressão da vegetação espontânea pelas leguminosas foi observada pela avaliação de composição por espécie, massa seca por família e total, das plantas espontâneas, realizadas na área de 1m² central das parcelas, durante os primeiros 40 dias após a semeadura. A massa seca foi determinada após secagem em estufa, com ventilação forçada de ar à temperatura de 65°C por 72 horas.

O potencial de deposição de folhas e ciclagem de macronutrientes pelas leguminosas foi observado quantificando-se a fitomassa senescente depositada sobre o solo e estimando-se o acúmulo de macronutrientes nessa fitomassa, na área útil de 1m² central. As coletas foram realizadas aos 60, 90 e 120 dias após a semeadura.

Para determinação da produção total de fitomassa seca da parte aérea, foi realizado corte no momento em que as plantas apresentavam 50% de floração, quando se cortou a metade da área útil em cada parcela. A outra metade da parcela foi cortada quando o material se encontrava na fase de enchimento dos frutos. A produção de fitomassa seca foi determinada indiretamente, através da umidade do material verde, aferida em amostras de 100g, que foram secas em estufa de ventilação forçada de ar a 65°C por 72 horas, até atingir massa constante. Nessa fitomassa também foi estimado o acúmulo de macronutrientes.

Nas análises químicas dos materiais, o teor de N foi determinado após digestão sulfúrica e destilação em Kjeldahl (Bremner & Mulvaney, 1982); os teores de P, K, Ca e Mg foram determinados após digestão nítrico-perclórica (Bataglia *et al.*, 1983), sendo o P determinado em espectrofotômetro a partir de formação da cor azul do complexo fosfato-molibdato em meio sulfúrico, na presença de ácido ascórbico como redutor, K por fotômetro de chama (Embrapa, 1997) e o Ca e Mg em espectrofotômetro de absorção atômica.

As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000). Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se diferenças entre as espécies leguminosas, para emergência das plântulas, quando a maioria das espécies apresentaram valores iguais ou superiores a 80% de emergência aos 10 dias após a semeadura, exceto para guandu anão e mucuna preta.

O guandu anão apresentou porcentagem de emergência de plântulas em torno de 70%, o que possivelmente está aliado à má qualidade das sementes, pois, depois de realizados testes

de germinação delas, comprovou-se que a percentagem de germinação era de 60%, inferior ao descrito na embalagem. Já para mucuna preta, a porcentagem de emergência das plântulas variou entre 25 a 60% nesse período, apresentando grande desuniformidade entre as parcelas. Isso pode ser atribuído à dureza e dormência das sementes, pois, segundo Wutke *et al.* (1995), a mucuna preta apresenta ocorrência de sementes duras. Conforme Cícero (1986), a intensidade da dormência não é a mesma para todas as sementes, que germinam de maneira irregular ao longo do tempo.

Para o período de duração do ciclo, houve diferença significativa entre as espécies, quando a mucuna cinza, mucuna preta e lab-lab apresentaram os maiores ciclos em relação às demais (Tabela 1). Diante dos resultados, as espécies crotalária juncea, crotalária spectabilis e feijão-de-porco demonstram ser as mais precoces para a condição estudada (Tabela 1), o que favorece a inserção delas em sistemas de cultivos, como a rotação de culturas e sucessão. Corroboram essa afirmativa os estudos de Oliveira & Gosch (2007), realizados na região de cerrado do Tocantins.

Em relação ao ciclo mais longo da mucuna cinza, mucuna preta e lab-lab, este pode poderia inviabilizar a introdução delas em sistemas de cultivo, tais como a rotação e sucessão de culturas, pois isso implicaria numa permanência por período maior na área de cultivo, o que muitas vezes não é interessante para o agricultor em decorrência da menor otimização da área; entretanto, apresentam potencial para utilização em consórcio com culturas de ciclo semelhante.

Cabe ressaltar que se observou nas mucunas preta e cinza a presença de botões florais a partir dos 90 dias. A emissão de flores por essas espécies foi muito heterogênea, só alcançando o pico de floração nas datas citadas (Tabela 1). Esse comportamento pode ser explicado, no caso da mucuna preta, pela possível dormência apresentada pela espécie, que proporcionou a germinação em diferentes datas, refletindo em plantas com desenvolvimentos diferentes, ou até mesmo por influência de veranicos sobre as mucunas. Santos & Campelo Júnior (2003), ao estudarem a influência dos elementos meteorológicos sobre alguns adubos verdes, confirmaram influência sobre as mucunas, principalmente no aspecto relacionado à disponibilidade hídrica.

Tabela 1. Duração do ciclo vegetativo até o pleno florescimento, das espécies leguminosas. UFVJM/CEART, Turmalina/MG, 2009.

Espécie	Ciclo (dias)
Crotalaria juncea	88 c ¹
Crotalaria spectabilis	92 c
Guandu anão	119 b
Feijão-de-porco	97 c
Mucuna Cinza	147 a
Mucuna Preta	156 a
Lab-Lab	163 a
CV (%)	6,10

¹Valores seguidos de letras iguais, dentro da coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey (p < 0,05)

Ao avaliar a taxa de cobertura do solo pelas leguminosas herbáceas volúveis, observou-se que o feijão-de-porco e mucuna cinza apresentaram cobertura em torno de 67 e 63%, respectivamente, aos 40 dias após a semeadura (DAS), cobrindo totalmente o solo aos 60 dias, enquanto o lab-lab e a mucuna preta apresentaram em torno de 40% aos 40 dias e cobertura plena do solo após 60 dias, demonstrando menor velocidade dessas duas últimas em cobrir o solo (Figura 2).

Comportamento semelhante foi observado por Fávero *et al.* (2001), que destacam a velocidade de cobertura do solo para o feijão-de-porco, em torno de 60% aos 30 DAS e a menor capacidade de cobrir o solo pelo lab-lab nas diferentes épocas avaliadas. Em estudos realizados com a mucuna cinza, Perin *et al.* (2000) observaram que ela, na região de mata atlântica, cobriu plenamente o solo aos 37 DAS, demonstrando assim a alta eficiência dessa espécie com relação à cobertura do solo, o que tem implicações práticas do uso dessa espécie em solos degradados e ou em pousio na região, podendo reduzir os impactos das chuvas e das erosões desses solos. É válido ressaltar que as mucunas cinza e preta e o lab-lab apresentaram ciclo mais longo em relação ao feijão-de-porco, o que pode tornar interessante o uso delas quando se desejar manter uma cobertura verde por um maior período na área, podendo proporcionar assim uma proteção ao solo por maior período.

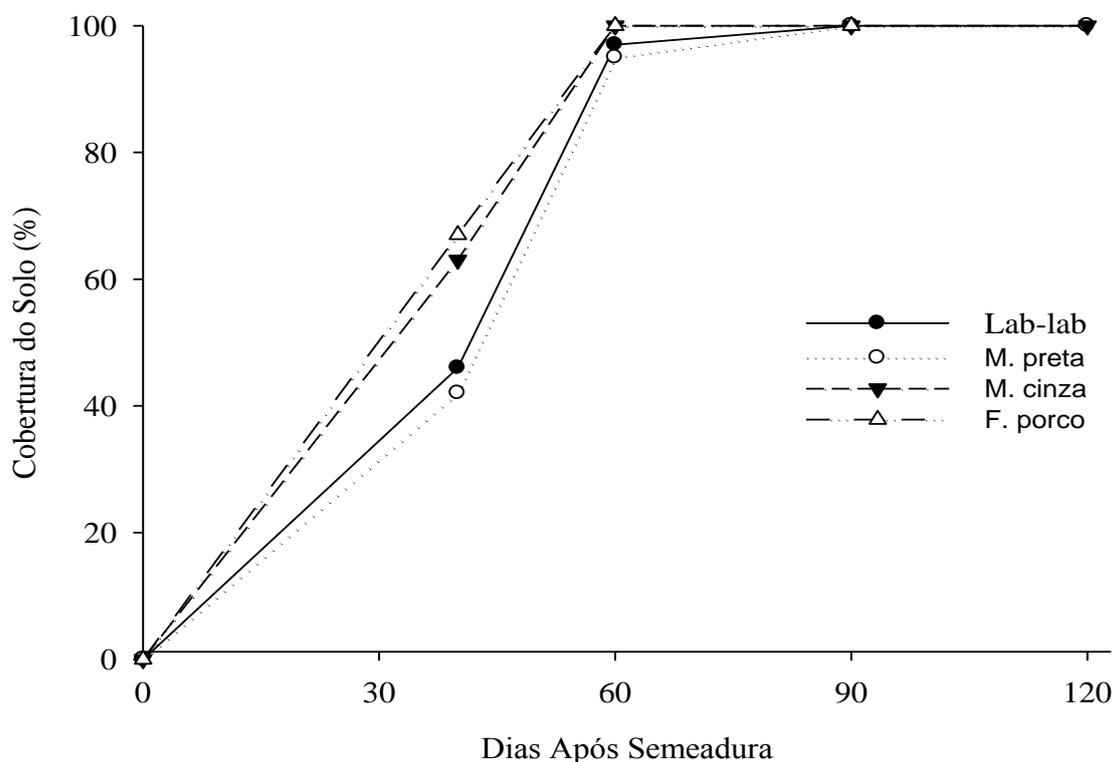


Figura 2. Cobertura do solo por leguminosas na região de Cerrado do Alto Vale do Jequitinhonha. UFVJM/CEART, Turmalina, 2009.

A altura e taxa de desenvolvimento das leguminosas arbustivas são apresentadas na Tabela 2. O guandu anão apresentou uma taxa desenvolvimento em torno de 51,4 % aos 40 DAS, com altura média das plantas de 55 cm. Aos 60 DAS a altura média das plantas chegou a 96 cm, com taxa de desenvolvimento de 38,3%, chegando aos 107 cm de altura à época do pleno florescimento. Tal comportamento demonstra que a espécie direciona grande parte da sua energia produzida para o seu desenvolvimento nos primeiros 60 DAS, sendo seu crescimento reduzido a partir desse período. Esse rápido desenvolvimento até os primeiros 60 dias também é destacado por Cerutti *et al.* (2008), que observaram que as plantas atingiram 1m de altura por volta dos 50 DAS em dois diferentes anos de cultivo.

A crotalária juncea apresentou altura média de 123 cm aos 40 DAS, 173 cm aos 60 DAS e 258 cm no pleno florescimento (Tabela 2). Observando a taxa de desenvolvimento, nota-se que ela é mais acelerada nessa espécie nos primeiros 40 DAS, reduz entre os 40 e 60, e após os 60 volta a acelerar novamente. Oliveira & Gosch (2007) estudaram o comportamento de leguminosas arbustivas em região com características edafoclimáticas semelhantes e também observaram pico de crescimento da crotalária juncea aos 90 dias.

Segundo Calegari *et al.* (1993), a altura das plantas dessa espécie pode chegar a atingir 3 m, quando apresenta um bom desenvolvimento e adaptação às condições locais. Tal afirmativa reforça a sua adaptabilidade às condições locais estudadas, ao apresentar uma altura média de 2,58 m.

A crotalária *espectabilis* se comporta de forma diferente das outras duas espécies, sendo que a sua taxa de desenvolvimento é praticamente constante nos diferentes períodos avaliados, com alturas de 39, 77 e 124 cm aos 40, 60 e florescimento, respectivamente (Tabela 2).

O comportamento do guandu anão e da crotalária juncea de concentrar o seu desenvolvimento nos primeiros 40 DAS reflete a capacidade de desenvolvimento inicial rápido dessas espécies, fato importante em se tratando de estratégias de ocupação de espaços para supressão de vegetação espontânea, além da ciclagem de nutrientes.

Tabela 2. Altura e taxa de desenvolvimento das leguminosas arbustivas em diferentes períodos de avaliação. UFVJM/CEART, Turmalina/MG, 2009.

Espécie	40 dias		60 dias		Florescimento	
	Alt. Plantas (cm)	Tx. Desenv. (%)	Alt. Plantas (cm)	Tx. Desenv. (%)	Alt. Plantas (cm)	Tx. Desenv. (%)
C. juncea	123 a ¹	47,7	173 a	19,4	258 a	32,9
C. spect.	39 c	31,5	77 b	30,6	124 b	37,9
G. anão	55 b	51,4	96 b	38,3	107 b	10,3
CV (%)	6,08		18,30		9,42	

¹Valores seguidos de letras iguais, dentro da coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$)

O acúmulo de fitomassa seca de plantas espontâneas, nas áreas com crotalária *espectabilis*, mucuna preta e crotalária juncea, durante os 40 dias após a semeadura, apresentou os maiores valores, com 1,5; 1,4 e 1,3 t ha⁻¹, respectivamente, diferindo das demais leguminosas (Figura 3). Esse comportamento das crotalárias em permitir o maior crescimento das espontâneas pode ser explicado em parte pelo hábito de crescimento ereto/arbustivo, que proporcionaria menor sombreamento das plantas espontâneas, reduzindo a competição por luz, além de aumentar a temperatura do solo, favorecendo, assim, a germinação e o estabelecimento das plantas espontâneas.

Nas áreas com feijão-de-porco, lab-lab, mucuna cinza e guandu anão, foram encontradas as menores quantidades de fitomassa nas plantas espontâneas, não diferindo entre si (Figura 3). Resultados semelhantes foram encontrados por Calegari *et al.* (1993) com o feijão-de-porco, observando alta capacidade de supressão sobre as plantas espontâneas nos

estágios iniciais do desenvolvimento, o que foi associado ao rápido crescimento nessa fase, que promove acelerada cobertura do solo, além de possíveis efeitos alelopáticos.

Observando as situações particulares, nota-se que a crotalária *spectabilis* apresenta menor desenvolvimento inicial quando comparada à crotalária *juncea* (Tabela 2), podendo esse fato contribuir para um maior número de espécies de plantas espontâneas observadas (Tabela 3). Oliveira & Gosch (2007) também observaram comportamento semelhante para a crotalária *juncea* em relação à crotalária *spectabilis*, que apresentou desenvolvimento superior em todos os períodos avaliados.

Com relação à mucuna preta, os resultados obtidos, diferentemente dos encontrados na literatura (Fávero *et al.*, 2001; Fontanetti *et al.*, 2004; Erasmo *et al.*, 2004; Nascimento & Mattos 2007), demonstraram menor supressão dessa leguminosa sobre o crescimento de plantas espontâneas, quando comparada com espécies de hábito ereto/arbustivo (Figura 3). Entretanto, é válido ressaltar que a mucuna preta apresentou uma baixa germinação nos primeiros 10 DAS, reduzindo assim sua capacidade de supressão nos primeiros 40 dias.

Pode-se notar que o feijão-de-porco, lab-lab, mucuna cinza e guandu não se destacam na supressão da vegetação espontânea nos primeiros 40 dias. Entretanto, após esse período todas as espécies contribuíram para o controle das plantas espontâneas. Porém, o uso dessas espécies que se destacaram reflete na prática em redução na capina, o que economicamente se torna mais interessante para o agricultor.

A maioria das espécies apresenta composição de plantas espontâneas semelhantes, diferindo no aparecimento de algumas espécies (Tabela 3). O *Bidens pilosa* (picão preto), *Brachiaria plantaginea* (braquiária marmelada) e *Eleusine indica* (capim pé-de-galinha) estiveram presentes em todas as leguminosas estudadas, com destaque para as gramíneas citadas, que contribuíram significativamente para o acúmulo de fitomassa seca das espontâneas. De maneira geral, observa-se uma maior presença de espécies da família das gramíneas, que pode estar diretamente ligada ao banco de sementes da área. Nessa gleba sempre se utilizou o esterco bovino para o cultivo de hortaliças, o que favorece a diversidade dessas espécies. Como as gramíneas apresentam bionomia ruderal, com maior alocação de energia na reprodução, são espécies oportunistas, com capacidade de ocupar lugares perturbados.

Mesmo com a predominância da presença de gramíneas em todas as coberturas estudadas, observou-se que as leguminosas feijão-de-porco, lab-lab, mucuna cinza e guandu não contribuem significativamente para redução do acúmulo da fitomassa dessas espontâneas, reduzindo em média 40%, quando comparado às demais coberturas, refletindo

uma maior capacidade de supressão sobre as gramíneas por essas espécies durante o ciclo vegetativo. Esses resultados demonstram que o emprego das leguminosas que se destacaram pode contribuir para redução da fitomassa de espontâneas, número de capinas nas atividades agrícolas da região e até mesmo na reinfestação da vegetação espontânea. Oliveira *et al* (2004) destacam a importância do uso de cobertura morta, do cultivo em consórcio e do emprego conjunto dessas práticas 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.

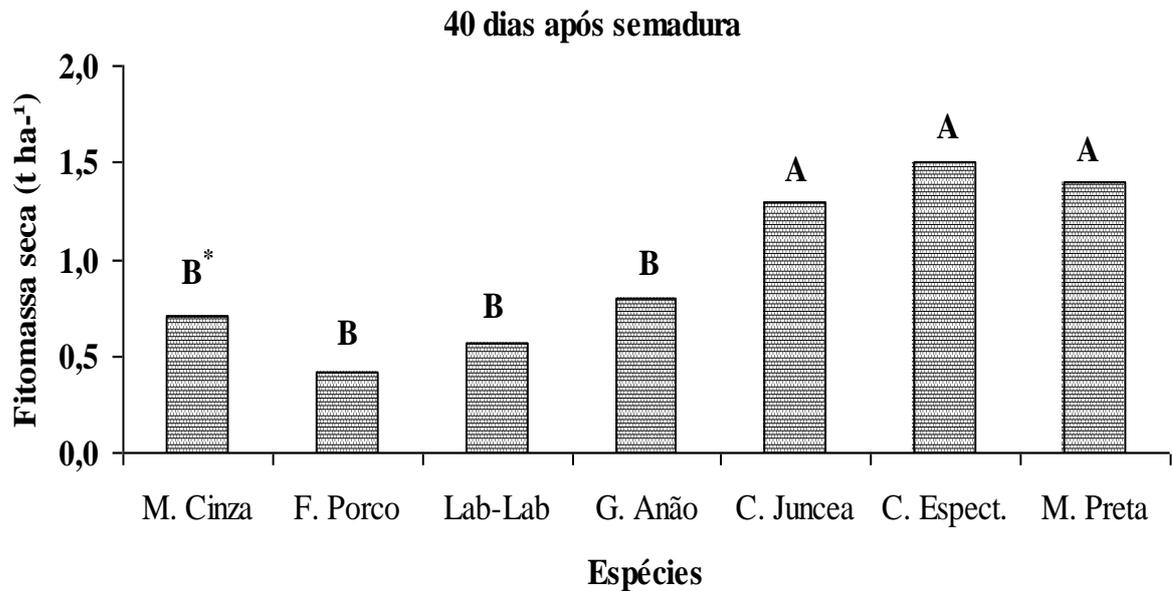


Figura 3. Acúmulo de fitomassa seca total das plantas espontâneas aos 40 dias após a semeadura, nas áreas cultivadas com diferentes leguminosas. UFVJM/CEART, Turmalina, MG, 2009. *Valores seguidos de letras iguais, não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$)

Tabela 3. Acúmulo de fitomassa seca das principais espécies de plantas espontâneas, nas áreas cultivadas com diferentes leguminosas, durante os primeiros 40 dias após a semeadura. UFVJM/CEART, Turmalina/MG, 2009.

Espécie	Nome científico	Família	Nome popular	MS (t ha⁻¹)
Crotalária juncea	<i>Eleusine indica</i>	Poaceae	Pé-de-galinha	
	<i>Brachiaria plantaginea</i>	Poaceae	Marmelada	1,280
	<i>Cynodon dactylon</i>	Poaceae	Gramma seda	
	<i>Commelina benghalensis</i>	Commelinaceae	Trapoeaba	0,002
	<i>Bidens pilosa</i>	Asteraceae	Picão preto	0,017
	<i>Emilia fosbergii</i>	Asteraceae	Falsa serralha	
	<i>Portulaca oleracea</i>	Portulacaceae	Beldroega	0,004
		Total		1,303 a¹
Crotalária spectabilis	<i>Eleusine indica</i>	Poaceae	Pé-de-galinha	
	<i>Brachiaria plantaginea</i>	Poaceae	Marmelada	
	<i>Cynodon dactylon</i>	Poaceae	Gramma seda	1,390
	<i>Digitaria sanguinalis</i>	Poaceae	Capim colchão	
	<i>Panicum maximum</i>	Poaceae	Colonião	
	<i>Amaranthus hybridus</i>	Amaranthaceae	Caruru	0,006
	<i>Portulaca oleracea</i>	Portulacaceae	Beldroega	0,001
	<i>Bidens pilosa</i>	Asteraceae	Picão preto	0,049
	<i>Emilia fosbergii</i>	Asteraceae	Falsa serralha	
	<i>Sida rhombifolia</i>	Malvaceae	Vassourinha	0,015
		Total		1,461 a
Guandu anão	<i>Eleusine indica</i>	Poaceae	Pé-de-galinha	
	<i>Brachiaria plantaginea</i>	Poaceae	Marmelada	0,780
	<i>Digitaria sanguinalis</i>	Poaceae	Capim colchão	
	<i>Amaranthus hybridus</i>	Amaranthaceae	Caruru	0,008
	<i>Portulaca oleracea</i>	Portulacaceae	Beldroega	0,002
	<i>Bidens pilosa</i>	Asteraceae	Picão preto	0,014
	<i>Emilia fosbergii</i>	Asteraceae	Falsa serralha	
		Total		0,804 b
Feijão-de- porco	<i>Eleusine indica</i>	Poaceae	Pé-de-galinha	
	<i>Brachiaria plantaginea</i>	Poaceae	Marmelada	0,382
	<i>Cynodon dactylon</i>	Poaceae	Gramma seda	
	<i>Bidens pilosa</i>	Asteraceae	Picão preto	0,017
	<i>Emilia fosbergii</i>	Asteraceae	Falsa serralha	
	<i>Alternanthera tenella</i>	Amaranthaceae	Apaga-fogo	0,012
	<i>Amaranthus hybridus</i>	Amaranthaceae	Caruru	
	<i>Sida glaziovii</i>	Malvaceae	Malva	0,006
		Total		0,417 b

continuação Tabela 3.

Lab-lab	<i>Eleusine indica</i>	Poaceae	Pé-de-galinha	
	<i>Brachiaria plantaginea</i>	Poaceae	Marmelada	0,545
	<i>Cynodon dactylon</i>	Poaceae	Gramma seda	
	<i>Digitaria sanguinalis</i>	Poaceae	Capim colchão	
	<i>Commelina benghalensis</i>	Commelinaceae	Trapoeiraba	0,005
	<i>Portulaca oleracea</i>	Portulacaceae	Beldroega	0,002
	<i>Bidens pilosa</i>	Asteraceae	Picão preto	0,015
		Total		0,567 b
Mucuna preta	<i>Eleusine indica</i>	Poaceae	Pé-de-galinha	
	<i>Brachiaria plantaginea</i>	Poaceae	Marmelada	1,395
	<i>Digitaria sanguinalis</i>	Poaceae	Capim colchão	
	<i>Bidens pilosa</i>	Asteraceae	Picão preto	0,040
	<i>Emilia fosbergii</i>	Asteraceae	Falsa serralha	
	<i>Commelina benghalensis</i>	Commelinaceae	Trapoeiraba	0,002
	<i>Portulaca oleracea</i>	Portulacaceae	Beldroega	0,001
	<i>Sida rhombifolia</i>	Malvaceae	Vassourinha	0,004
		Total		1,442 a
Mucuna cinza	<i>Eleusine indica</i>	Poaceae	Pé-de-galinha	
	<i>Brachiaria plantaginea</i>	Poaceae	Marmelada	0,720
	<i>Cynodon dactylon</i>	Poaceae	Gramma seda	
	<i>Panicum maximum</i>	Poaceae	Colonião	
	<i>Commelina benghalensis</i>	Commelinaceae	Trapoeiraba	0,002
	<i>Bidens pilosa</i>	Asteraceae	Picão preto	0,019
	<i>Sida glaziovii</i>	Malvaceae	Malva	0,012
		Total		0,753 b
		CV (%)		20,93

¹Valores seguidos de letras iguais na coluna para o total, não diferem entre si pelo teste Tukey (p < 0,05)

Quanto ao efeito das leguminosas sobre a temperatura do solo, observou-se diferenças significativas (Figura 4). De maneira geral, os padrões de temperaturas em todas as espécies variaram quanto ao horário de avaliação, sendo que às 9h notou-se temperaturas menores na profundidade de 5 cm, as quais aumentaram aos 10 e 15 cm de profundidade do solo. Já às 14h, o processo tende a ser o inverso (Figura 4). Isso provavelmente está relacionado à maior incidência dos raios solares e ao efeito acumulativo no solo, fato que pode ser percebido

principalmente nas espécies que apresentaram as menores taxas de cobertura nos primeiros dias, menor acúmulo de material senescente e ao hábito de crescimento ereto/arbustiva. Esses resultados reforçam a influência das plantas de cobertura do solo na redução do gradiente entre as temperaturas noturnas e diurnas. Torres *et al.* (2006) também observaram essa mesma tendência em decorrência de efeitos semelhantes, sendo os valores mais expressivos nas áreas com menor cobertura proporcionada pela planta de cobertura.

Para a temperatura do solo nas avaliações às 9h, houve diferenças estatísticas significativas entre as espécies para algumas das épocas avaliadas e profundidades. Os valores para temperatura do solo nas profundidades de 5, 10 e 15 cm, nas coberturas com leguminosas variaram entre 22,2 a 30,9 °C. Na testemunha, os valores estiveram entre 23,6 a 36,2 °C (Figura 4). Aos 40 DAS não foram observadas diferenças entre as leguminosas, porém com 60 DAS a crotalária juncea e a testemunha não se diferenciaram nas profundidades avaliadas e aos 90 DAS a crotalária juncea e crotalária *espectabilis* também não diferiram dela para a profundidade de 15 cm.

Ao avaliar as temperaturas no horário das 14h, observou-se diferenças entre as espécies e testemunha em todos os períodos avaliados. Os valores nas referidas profundidades para as espécies variaram de 24,9 a 35,2 °C, para testemunha, valores entre 29,5 e 43,9 °C (Figura 4). Aos 40 DAS, para lab-lab, guandu anão, crotalária juncea e crotalária *espectabilis* não se diferenciaram estatisticamente da testemunha nas profundidades de 10 e 15 cm, sendo esse comportamento também observado aos 60 DAS para guandu anão a 10 cm e crotalária juncea aos 10 e 15 cm. Entretanto, após esses períodos as leguminosas se diferenciaram da testemunha.

A mucuna cinza se destacou em todos os períodos avaliados, contribuindo para diminuir a temperatura máxima nas 3 profundidades estudadas nos referidos períodos, em comparação à testemunha, sendo essa diferença de 13,2 °C na profundidade de 5 cm, 8,8 °C na de 10 cm e de 7,1 °C na camada de 15 cm. Essa espécie, por ser de hábito volúvel, cobrir o solo rapidamente e produzir boa quantidade de fitomassa, contribuiu significativamente para redução da temperatura nas profundidades avaliadas, em relação à testemunha e algumas das coberturas avaliadas.

Comportamento semelhante para mucuna cinza foi observado por Chaves (2001), nas entrelinhas de cafezais no Estado do Paraná, no período de verão, quando comparada com a crotalária *espectabilis* e testemunha (sem adubo verde).

De maneira geral, observa-se que as espécies arbustivas, como guandu anão, crotalária juncea e *espectabilis*, também proporcionam redução nas temperaturas em relação à testemunha, porém expressam a tendência de apresentarem as maiores temperaturas entre os horários e profundidades avaliados, quando comparadas a espécies de crescimento volúvel. As plantas dessas espécies apresentam crescimento ereto, arquitetura cônica, folhas simples (Calegari, 1995) e disponibilizam material senescente sobre o solo mais tardiamente que as outras espécies estudadas. Tais características levam ao baixo sombreamento do solo, aumentando a incidência de raios solares sobre o solo, refletindo em maiores temperaturas. Diante dessa constatação, em regiões de cerrado com as características intrínsecas como a estudada, poderá ser indicado preferencialmente o uso de adubos verdes de crescimento volúvel.

Os maiores valores de temperaturas do solo observados ocorreu na profundidade de 5 cm, às 14h, quando as leguminosas apresentaram valores inferiores ou iguais a 35,2°C, enquanto que na testemunha eles sempre ultrapassaram os 40°C nos períodos avaliados (Figura 4).

A temperatura do solo tem reflexos diretos no crescimento e desenvolvimento vegetal, pois, 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 química e a física, podendo controlar o poder produtivo, o desenvolvimento e a distribuição de plantas no solo. Isso reforça a importância da adubação verde no controle da temperatura do solo e seus possíveis benefícios, tornando as espécies estudadas promissoras para esse aspecto na região de cerrado, destacando-se as espécies de crescimento volúvel.

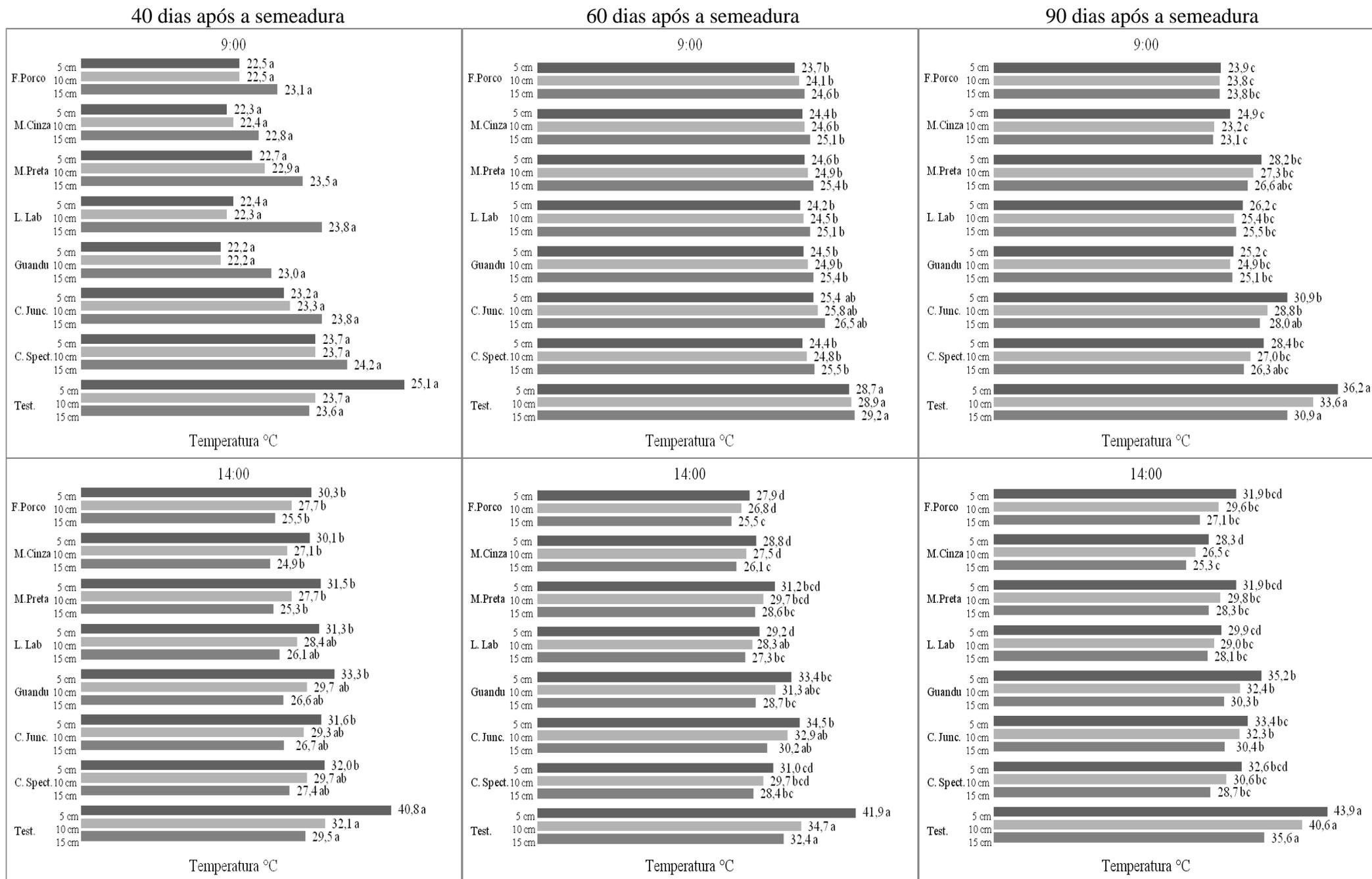


Figura 4. Temperatura do solo, com diferentes coberturas, em dois horários no dia, medidas em três profundidades, aos 40, 60 e 90 dias após a semeadura. UFVJM/CEART, Turmalina/MG, 2009. Valores seguidos de letras iguais nas barras para cada profundidade e horário não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Não foram observadas diferenças entre os teores de água do solo nos primeiros 40 DAS. Entretanto, para os 60 e 90 DAS, houve diferenças significativas entre as espécies (Tabela 4). Aos 60 dias o lab-lab, a mucuna cinza e o feijão-de-porco apresentaram os maiores teores de água no solo, com menor valor para o guandu anão. Nesse período, as leguminosas com hábito de crescimento arbustivo expressaram a tendência em manter os menores teores de água no solo. Esse comportamento das espécies de crescimento volúvel em conservar o ambiente mais úmido em relação às arbustivas pode estar relacionado ao aporte de material orgânico senescente ao solo nesse período e sua cobertura, no qual funcionam como proteção, reduzindo a amplitude de temperatura, por impedirem a incidência direta dos raios solares e diminuindo a evapotranspiração, refletindo em maiores teores de água no solo. Para os 90 dias, observa-se um equilíbrio maior entre os teores de água no solo para espécies estudadas, com excessão da mucuna cinza, que se diferenciou estatisticamente da mucuna preta e crotalária juncea, que apresentaram os menores valores. É válido ressaltar que nesse período as leguminosas arbustivas estavam na fase de florescimento, com o solo recoberto por material senescente, contribuindo para maior umidade nesses tratamentos.

Resultados semelhantes, com relação à capacidade de retenção da umidade do solo pela fitomassa presente sobre o solo, foram encontrados por Furlani *et al.* (2008), que observaram armazenamento de água do solo na camada de 0 – 10 cm de profundidade, nos primeiros 45 dias após a semeadura, superiores ao do sistema plantio direto em relação ao preparo convencional, sendo tal fato relacionado, principalmente, à proteção proporcionada pela matéria orgânica que recobria o solo. Observando mais detalhadamente a contribuição de cada tratamento, nota-se que as espécies de crescimento volúvel apresentaram maior capacidade de reter teores de água no solo durante os primeiros 60 DAS. Contudo, aos 90 DAS, as espécies de crescimento arbustivo se equipararam às demais, exceto a crotalária juncea.

Tabela 4. Acúmulo de água na camada de 0 – 5 cm do solo, em três datas, sob cobertura de diferentes leguminosas. UFVJM/CEART, Turmalina/MG, 2009.

Espécies	Acúmulo de água do solo		
	-----Dias após a semeadura-----		
	40	60	90
cm ³ cm ⁻³		
Feijão-de-porco	0,311 a ¹	0,227 ab	0,217 abc
Mucuna cinza	0,301 a	0,229 ab	0,226 a
Mucuna preta	0,290 a	0,214 bc	0,204 bc
Lab-lab	0,315 a	0,258 a	0,221 ab
Guandu anão	0,275 a	0,185 c	0,206 abc
Crotalaria juncea	0,269 a	0,202 bc	0,197 c
Crotal.espectabilis	0,302 a	0,219 b	0,213 abc
CV (%)	8,68	6,40	4,24

¹Valores seguidos de letras iguais, dentro da coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey (p < 0,05)

A capacidade de deposição de material senescente foi determinada pela deposição mensal de fitomassa senescente, que pode promover uma ciclagem de nutrientes em diferentes quantidades. O potencial de deposição de fitomassa senescente pelas leguminosas variou de acordo com o desenvolvimento das espécies (Tabela 5). Aos 60 DAS, as espécies que apresentaram aporte significativo de material senescente foram o feijão-de-porco, mucuna cinza, lab-lab e mucuna preta, com 0,46; 0,25; 0,11 e 0,10 t ha⁻¹, respectivamente. As leguminosas arbustivas, guandu anão, crotalaria juncea e crotalaria spectabilis não contribuíram com aporte de material senescente nesse período. O feijão-de-porco se destacou com relação ao potencial de ciclagem dos macronutrientes, possivelmente pelo rápido crescimento inicial, a qual possibilita que a espécie contribua com maiores quantidades de fitomassa senescente. Como pode ser observado na Tabela 5, todas as espécies contribuíram com material senescente aos 90 DAS. Em relação à deposição de fitomassa senescente, a mucuna cinza se destacou, e a crotalaria juncea, crotalaria spectabilis e guandu anão apresentaram os menores valores, o que demonstra um menor potencial dessas espécies para reciclagem de nutrientes durante o ciclo pela deposição de material senescente (Tabela 5). As leguminosas mucuna cinza, mucuna preta e lab-lab apresentaram valores significativos de fitomassa senescente aos 120 DAS (Tabela 5).

Diante dos valores obtidos nas datas avaliadas, nas condições do experimento, as espécies leguminosas mucuna cinza, lab-lab e mucuna preta apresentaram maior potencial para deposição de material senescente e ciclagem de nutrientes, com destaque para as duas primeiras, o que ressalta o potencial para utilização delas como plantas companheiras, durante o ciclo de culturas de interesse econômico, podendo contribuir significativamente para

enriquecimento e ciclagem de nutrientes, além de um possível aumento nos teores de matéria orgânica do solo, proporcionando vários outros benefícios. O feijão-de-porco apresentou produção intermediária, contribuindo com esse tipo de material somente até os 90 DAS. As quantidades de N, acumuladas na fitomassa senescente das três leguminosas em destaque, ao longo dos 120 dias avaliados, variaram de 62,4 a 102,6 kg N ha⁻¹, que teoricamente poderia suprir a necessidade desses nutrientes para cultura de baixa demanda como a cana soca, capineira (capim elefante) e pequenos pomares de citros, bastante comuns na região. Entretanto, é preciso observar com detalhes as demandas das culturas de interesse econômico, pois é necessário favorecer o sincronismo entre a oferta de fitomassa senescente e nutrientes, proporcionada pelas leguminosas, com a demanda pelas plantas de interesse econômico, de forma a tornar mais eficiente a absorção dos nutrientes pelas culturas.

Tabela 5. Deposição de fitomassa seca, ciclagem de macronutrientes por ocasião de diferentes coletas de material senescente das leguminosas até o florescimento das plantas. UFVJM/CEART, Turmalina/MG, 2009.

Espécie	Fitomassa	N	P	K	Ca	Mg
	Seca					
	t ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹
60 dias após a semeadura						
Crotalária juncea	-	-	-	-	-	-
Mucuna cinza	0,25 b ¹	5,8 b	0,3 ab	1,8 b	2,5 b	2,2 b
Feijão-de-porco	0,46 a	14,1 a	0,4 a	4,4 a	10,1 a	6,5 a
Mucuna preta	0,10 c	1,9 c	0,1 b	0,5 c	1,1 b	0,7 b
Lab-lab	0,11 c	2,2 c	0,1 b	1,0 bc	1,3 b	1,0 b
Crotalária espectabilis	-	-	-	-	-	-
Guandu anão	-	-	-	-	-	-
CV(%)	23,97	18,38	35,03	25,04	29,99	28,33
90 dias após a semeadura						
Crotalária juncea	0,41 d	6,4 d	0,36 d	2,2 d	7,8 c	5,8 b
Mucuna cinza	1,53 a	33,9 a	1,65 a	8,2 bc	17,2 a	13,6 a
Feijão-de-porco	0,66 cd	17,5 bc	0,32 d	8,5 b	9,8 bc	5,7 b
Mucuna preta	0,72 c	23,1 b	0,81 bc	4,5 cd	8,4 bc	6,7 b
Lab-lab	1,24 b	24,6 b	1,19 b	15,4 a	19,7 a	15,4 a
Crotalária espectabilis	0,64 cd	15,4 c	0,45 cd	7,2 bc	12,4 b	5,0 b
Guandu anão	0,75 c	18,7 bc	0,56 cd	2,4 d	6,0 c	3,3 b
CV(%)	13,21	16,18	22,99	23,40	15,90	21,29
120 dias após a semeadura						
Crotalária juncea	-	-	-	-	-	-
Mucuna cinza	2,6 a	62,6 a	4,4 a	9,6 a	28,0 a	22,8 a
Feijão-de-porco	-	-	-	-	-	-
Mucuna preta	1,6 b	44,7 ab	1,8 b	3,3 b	21,0 a	11,9 b
Lab-lab	1,4 b	35,6 b	1,7 b	5,4 b	21,8 a	13,3 b
Crotalária espectabilis	-	-	-	-	-	-
Guandu anão	-	-	-	-	-	-
CV(%)	21,63	23,14	15,56	24,73	16,77	19,08

¹Valores seguidos de letras iguais, dentro da coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey (p < 0,05)

As quantidades de fitomassa e macronutrientes acumulados na fitomassa total da parte aérea das leguminosas foram determinadas em momentos diferentes de forma a se conhecer o potencial das espécies. Nas avaliações realizadas no florescimento das plantas, para os teores de N não houve diferenças estatísticas entre as espécies (Tabela 6). No entanto, quando se observa os teores de N, na parte aérea, na presença dos frutos, nota-se diferença entre as

espécies. Isso ocorre porque, para algumas espécies, caso das mucunas cinza e preta e do lab-lab, os teores de N encontrados na parte aérea, no momento do florescimento, indeferem o teor de N na parte aérea na presença dos frutos, enquanto que, para algumas espécies, esse teor reduz, como é o caso das crotalárias juncea e *espectabilis*, feijão-de-porco e guandu anão (Tabela 6).

Para os teores de P nota-se que as espécies mucuna cinza, lab-lab e guandu anão apresentaram os maiores valores no momento do florescimento. Quando observado no momento da presença dos grãos, nota-se que de maneira geral todas as espécies reduziram o teor de P na parte aérea, na presença dos frutos, exceto as crotalária juncea e *espectabilis*, o que pode ser uma característica intrínseca do gênero. O guandu anão, apesar da redução no teor de P, ainda foi o que apresentou maiores valores na presença dos frutos, quando comparado com as demais espécies (Tabela 6). Considerando ser o guandu uma planta solubilizadora desse elemento (Ae *et al.*, 1990), com sistema radicular diferenciado e profundo, ele promoveria maior reciclagem do elemento na área. De uma forma geral, os resultados demonstram o potencial da mucuna cinza, lab-lab e guandu anão com relação ao teor de P na sua fitomassa, ilustrando a capacidade dessas espécies em incorporar teores significativos desse nutriente. Isso torna tais espécies promissoras quanto à sua reciclagem no solo de cerrado que, em sua maioria, é predominado por baixos teores de P, o que remete a alternativas viáveis para recuperação de áreas degradadas, vez que a ciclagem desse nutriente é fundamental para a sucessão ecológica nessas áreas. Outro fato que contribui para a eficiência das espécies citadas em relação aos teores de P provavelmente seja as suas características morfológicas e de adaptação, pois, de acordo com Wutke *et al.* (2009), tais espécies podem apresentar aspectos favoráveis quanto à rusticidade, tolerância a seca, sistema radicular pivotante com crescimento vigoroso e desenvolvimento em maiores profundidades. Além de uma possível colonização radicular por fungos micorrízicos arbusculares nativos, o que ocorre naturalmente no caso da mucuna cinza e guandu (Miranda & Miranda, 2001).

Para o comportamento apresentado pelas leguminosas quanto ao K na fase de flor, merecem destaque o feijão-de-porco e a crotalária *espectabilis*. Quando observados os teores na presença dos frutos, observa-se que apenas a crotalária *espectabilis* se destaca. O que chama a atenção também são os baixos teores de K na mucuna cinza, que apresentou os menores valores. Também se notou uma queda nos teores de K entre os momentos no ciclo vegetativo das plantas (Tabela 6).

Com relação ao Ca, destaca-se o feijão-de-porco, no florescimento, que é igualado a todas as espécies na presença dos frutos, exceto com a mucuna preta, que apresentou os

menores teores nessa fase do ciclo. Para o Mg, o resultado foi similar, sendo que para esse nutriente a espécie que apresentou menores valores na presença dos frutos foi a crotalária *espectabilis* (Tabela 6).

De maneira geral, a tendência dos teores para N, P e K foi de diminuir na fase de enchimento dos frutos. Para o N, mesmo não se diferenciando estatisticamente, observa-se maiores teores para as mucunas na fase de grão. Tal fato pode ser justificado pelo comportamento durante o seu desenvolvimento, pois elas não floresceram de forma homogênea, o que pode ter influenciado no resultado. No balanço geral, os teores de N, P e K são mais elevados no florescimento, com as quantidades diminuindo nas avaliações no período de frutificação, quando esse acontecimento pode ser explicado em parte pelos teores de N, P e K se encontrarem na fração frutos, e nessa fase, já se verificava grande quantidade de folhas em senescência, o que acaba diluindo esses teores na fitomassa produzida pelas plantas. Para os teores de Ca, observa-se uma tendência de aumento dos teores na fitomassa das leguminosas, com exceção do feijão-de-porco. Com relação ao Mg, há um comportamento diferente entre as espécies, ocorrendo um aumento do teor desse nutriente na fase de fruto, exceto para feijão-de-porco, lab-lab e crotalária *espectabilis*. Diante dos resultados, é interessante para o agricultor realizar o corte das espécies no período de floração quando se pretende disponibilizar quantidades significativas de N, P e K aos agroecossistemas. Entretanto, com relação ao Ca e Mg, poderia ser mais vantajoso realizar o corte na fase de enchimento de frutos quando se almeja uma maior ciclagem desses nutrientes dentro do sistema agrícola, pois, mesmo com uma possível diminuição da fitomassa aérea por causa da senescência das folhas, no balanço geral pode-se obter um maior acúmulo dos nutrientes, já que eles seguem uma tendência inversa dos outros macronutrientes. O material oriundo da senescência das folhas pode contribuir para reciclagem dos nutrientes.

Tabela 6. Teores de Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio e Magnésio na parte aérea das leguminosas, em diferentes momentos do ciclo vegetativo. UFVJM/CEART, Turmalina/MG, 2009.

Espécies	N		P		K		Ca		Mg	
	Flor	Fruto	Flor	Fruto	Flor	Fruto	Flor	Fruto	Flor	Fruto
----- g kg ⁻¹ -----										
Crotalária juncea	37,0 Aa ¹	30,2 Bb	2,0 Abc	1,8 Ab	11,9 Ade	8,4 Bb	8,9 Ac	10,1 Aab	8,1 Bb	10,8 Aa
Mucuna cinza	36,7 Aa	37,0 Aa	2,9 Aa	1,5 Bb	14,1 Abc	4,5 Bd	7,4 Be	9,7 Aab	7,7 Bc	10,5 Aa
Feijão-de-porco	38,0 Aa	29,7 Bb	2,0 Abc	1,4 Bb	16,5 Aa	9,8 Bb	13,1 Aa	12,1 Aa	11,7 Aa	8,4 Bb
Mucuna preta	38,2 Aa	40,7 Aa	2,3 Abc	1,5 Bb	10,8 Ae	9,9 Ab	7,8 Bde	8,7 Ab	5,9 Bd	10,5 Aa
Lab-Lab	35,0 Aa	38,0 Aa	2,7 Aab	1,8 Bb	13,7 Acd	5,6 Bcd	11,1 Ab	12,2 Aa	10,4 Ab	10,6 Aa
Crotalária spectabilis	37,0 Aa	28,5 Bb	1,6 Ad	1,4 Ab	15,4 Aab	12,5 Aa	10,2 Ab	11,3 Aab	7,2 Ac	6,0 Bc
Guandu anão	33,0 Aa	30,2 Bb	2,7 Aab	2,3 Ba	9,1 Af	8,1 Bbc	8,6 Bcd	9,5 Aab	7,2 Bc	8,9 Ab
CV%	7,34	7,05	12,95	12,73	5,64	13,36	4,33	12,60	4,90	6,54

¹Valores seguidos de letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey (p < 0,05)

Ao analisar a Tabela 7, observa-se que houve diferenças significativas para o acúmulo de fitomassa seca, quando a crotalária juncea se destacou com a maior média, sendo seguida por mucuna cinza, feijão-de-porco, mucuna preta, lab-lab, crotalária spectabilis e guandu anão, respectivamente. Os valores alcançados pela crotalária juncea foram inferiores aos obtidos por Amabile *et al.* (2000), 17,26 t ha⁻¹, sob condições edafoclimáticas semelhantes, porém superiores aos encontrados por Oliveira *et al.* (2008), também em região de cerrado (6,5 t ha⁻¹), e por outros autores em variadas regiões, como Caceres & Alcarde (1995), 7,10 t ha⁻¹, Castro *et al.* (2004), 6,50 t ha⁻¹; Perin *et al.* (2004), 9,34 t ha⁻¹; Cazetta *et al.* (2005), 5,27 t ha⁻¹ e Silva *et al.* (2006), 9,77 t ha⁻¹. Esse acúmulo de fitomassa é significativo e expressa o potencial da crotalária juncea para o uso como cobertura morta em solos degradados ou em processo erosivo, pois ela pode proporcionar uma eficiente cobertura do solo pelos seus resíduos, permanecendo eles por maior tempo na superfície em relação a outras leguminosas em função da alta relação C/N (29) do seu material (Carvalho & Amabile, 2006).

Os acúmulos de fitomassa seca das demais espécies foram estatisticamente diferentes, com exceção do lab-lab e crotalária spectabilis, que não diferiram entre si (Tabela 7). Os valores para mucuna cinza, feijão-de-porco, mucuna preta, lab-lab e crotalária spectabilis foram expressivos quando comparados aos estudos distintos realizados com essas espécies por Carvalho *et al.* (1999), Amabile *et al.* (2000), Silva *et al.* (2002). A produção de fitomassa seca das espécies mucuna preta, mucuna cinza e lab-lab também foi superior às observadas por Oliveira *et al.* (2007), que encontraram 3,5; 3,1 e 2,7 t ha⁻¹ para essas espécies, respectivamente.

Dentre as espécies estudadas, o guandu anão foi a que apresentou menor produção de fitomassa seca, que pode estar associada à baixa germinação das sementes, a características intrínsecas das espécies e ao fato do incidente ocorrido com o pastejo dos bovinos, em algumas parcelas do experimento, que possivelmente pode ter prejudicado o desenvolvimento da espécie e a formação do estande. Apesar desse ocorrido, os resultados obtidos foram superiores aos encontrados por Teixeira *et al.* (2005) e inferiores aos observados por Fávero (1998), Moreira *et al.* (2003), com densidade de plantas semelhantes, e aos de Suzuki & Alves (2006). Outro aspecto relevante do guandu é que para os agricultores familiares, além do uso como adubo verde, ele apresenta outras funcionalidades, pois serve como fonte de alimento e renda.

O elevado acúmulo de fitomassa seca da leguminosa durante o ciclo vegetativo demonstra que a maioria dessas espécies encontra-se adaptada às condições ambientais do local onde se realizou o experimento, e que esse maior acúmulo também é reflexo da época de

plantio, realizado durante o período das chuvas, que apresentou regularidade e volume na região (Figura 1). De acordo com Amabile *et al.* (2000), a escolha da época de plantio pode influenciar o acúmulo de fitomassa das leguminosas.

Com relação à quantidade de nutrientes acumulada na fitomassa das espécies, notou-se diferenças significativas entre ela (Tabela 7). Quanto ao N, nota-se que a crotalária juncea foi a que acumulou as maiores quantidades, seguida pela mucuna cinza e feijão-de-porco, que não diferiram entre si; depois mucuna preta, crotalária spectabilis, lab-lab, sendo que essas duas últimas não se diferiram, e guandu anão, com os menores valores.

O expressivo acúmulo de N pela crotalária juncea (514,20 kg de N ha⁻¹), em comparação aos dados obtidos por Castro *et al.* (2004) e Oliveira *et al.* (2008), 126 kg de N ha⁻¹ e 179 kg de N ha⁻¹, respectivamente, está diretamente relacionado à alta produção de fitomassa, já que os teores de N obtidos foram similares aos encontrados pelos autores acima. Assim, presume-se que no ciclo de aproximadamente 88 dias, como encontrado neste experimento, a capacidade de aporte de N seja em média de 5,84 kg/ha/dia, o que torna a crotalária juncea uma espécie apta e com potencialidades para o uso na adubação verde, corroborando os resultados apresentados por Perin *et al.* (2004).

O aporte de N pela mucuna cinza, feijão-de-porco, mucuna preta, crotalária spectabilis e lab-lab foi superior aos citados por Wutke *et al.* (2009), 120 a 210 kg de N ha⁻¹ para as mucunas, 49 a 120 kg de N ha⁻¹ para o feijão-de-porco, 66 a 180 kg de N ha⁻¹ para o lab-lab, e aos obtidos por Oliveira & Gosch (2007), 84 kg de N ha⁻¹ para a crotalária spectabilis. O guandu anão apresentou valores superiores aos obtidos por Torres *et al.* (2006) que foi de 51,3 e 62,4 kg de N ha⁻¹ em dois períodos de safra.

No que se refere aos conteúdos de N oriundos da fixação biológica de nitrogênio (FBN), Castro *et al.* (2004) identificaram que, do total de N acumulado na crotalária juncea, a FBN contribuiu com 67% dele. Portanto, ao considerar essa capacidade, poderia estimar-se que essa leguminosa incrementaria ao sistema, via FBN, cerca de 344,6 kg de N ha⁻¹. Aita *et al.* (2004) observaram que a proporção de N acumulado, via FBN, pelas leguminosas mucuna cinza, feijão-de-porco e crotalária spectabilis variou em torno de 84%, 80% e 56%, respectivamente. Assim, a partir desses dados, pode-se estimar o incremento de 300,48, 266,14 e 112,50 kg de N ha⁻¹, respectivamente. Para o guandu anão, Moreira *et al.* (2003) observaram que em média 61% de N acumulado provém da FBN, contribuindo a espécie com 52,98 kg de N ha⁻¹. Segundo Igue (1984), 2/3 do N total das leguminosas são provenientes da FBN e o restante absorvido do solo. Sendo assim, presume-se que do total de N aportado pela

mucuna preta e lab-lab, 190,55 e 131,84 kg de N ha⁻¹, respectivamente, são integrados ao sistema pela FBN.

Considerando os valores de N aportados por meio da FBN pelas leguminosas estudadas, que supostamente variaram de 52,98 a 344,6 kg ha⁻¹, nota-se que eles suprimiriam a necessidade de N de várias culturas, como exemplo do inhame, que varia de 50 a 60 kg de N ha⁻¹, do tomate tutorado, que exige em média 200 a 350 kg de N ha⁻¹, da mandioca, 40 kg de N ha⁻¹ e do milho, 80 a 160 kg de N ha⁻¹. As quantidades aportadas equivalem, aproximadamente, à aplicação de 117 a 765 kg de uréia ou 265 a 1723 kg de sulfato de amônio. Contudo, as dinâmicas de liberação de nutrientes pelos resíduos vegetais podem apresentar taxas distintas, pois estão diretamente ligadas aos processos de decomposição pelos micro-organismos, relação C/N e fatores ambientais (Boer *et al.*, 2007), o que pode contribuir ainda mais com o sistema, por não se tratar de uma fonte altamente solúvel. Contudo, apesar do N ser muito móvel no solo, o que acaba promovendo perdas pela lixiviação, estima-se que 60% a 70% do nutriente encontrado na fitomassa vegetal sejam reciclados e novamente absorvidos pelas plantas de cultivo seguinte (Spain & Salinas, 1985).

O acúmulo de P foi maior para os tratamentos com mucuna cinza (28,70 kg ha⁻¹) e crotalária juncea (27,44 kg ha⁻¹), que não diferiram estatisticamente entre si; porém, houve diferenças significativas nos valores de P acumulado pelos demais tratamentos. Segundo Sodré Filho *et al.*, (2004), o desempenho da mucuna cinza com relação à acumulação de P pode estar associado às características de elevada produção de fitomassa, raízes profundas, a altos acúmulos de P e a possíveis colonizações radiculares por fungos micorrízicos arbusculares nativos, o que ocorre naturalmente (Miranda & Miranda, 2001). Esse baixo acúmulo pela crotalária *espectabilis* é reflexo de uma menor eficiência na absorção desse nutriente pela espécie nas condições avaliadas, o que pode ser comprovado pelo menor teor apresentado por ela (Tabela 6). Esses resultados corroboram os obtidos por Carvalho *et al.* (1999) na região de cerrado, quando a espécie também apresentou baixo acúmulo de P na sua fitomassa em relação às demais espécies estudadas. O balanço do P reciclado pelo guandu anão é inferior às demais espécies, porém representa uma entrada significativa no sistema, pois, mesmo apresentando pequena produção de fitomassa seca, ao se avaliar a relação entre fitomassa seca e acúmulo de nutrientes, essa espécie se torna altamente eficiente na reciclagem desse elemento. Em parte isso se deve ao sistema radicular bem diferenciado e profundo, o que contribui para uma exploração em frações do solo inacessíveis a outras espécies, e promove aumento dos teores do nutriente em sua fitomassa. Entretanto, Ae *et al.*

(1990) reportaram que as raízes do guandu exsudam ácidos orgânicos, principalmente o cítrico, que age na solubilização do fósforo ligado ao Ca, o que favorece sua absorção.

Para o K e Mg, o acúmulo total pela crotalária juncea foi o maior, diferindo-se estatisticamente dos demais (Tabela 7). O guandu anão apresentou os menores acúmulos de K, Ca e Mg (Tabela 7), sendo esses resultados contrários aos dados obtidos por Alcântara *et al.* (2000). Entretanto, essa mesma tendência foi identificada nos trabalhos de Caceres & Alcarde (1995) e Borkert *et al.* (2003), quando comparada com algumas das mesmas leguminosas utilizadas neste experimento, o que pode ser uma característica intrínseca da espécie.

Para o K, destacaram quanto ao acúmulo a crotalária juncea, feijão-de-porco e mucuna cinza (Tabela 7). A alta capacidade de acúmulo de K apresentada por essas leguminosas as tornam uma boa alternativa para incremento desse elemento em sistema no qual se cultive principalmente espécies exigentes desse nutriente (Oliveira *et al.*, 2007), como é o caso das espécies acumuladoras de amido em partes subterrâneas, tais como a mandioca, de suma importância na região.

As espécies crotalária juncea e feijão-de-porco não se diferiram com relação ao acúmulo de Ca. No entanto, para o Mg a crotalária juncea apresentou diferença em relação às demais espécies, destacando-se com os maiores valores (Tabela 7). Os valores observados em todas as espécies foram superiores aos observados por Amabile *et al.* (2000) e Oliveira *et al.* (2008), também trabalhando em solos de cerrado. Essa alta capacidade de aporte de Mg e Ca pelas espécies pode estar relacionada aos benefícios da calagem sobre o crescimento e absorção dos nutrientes pelas leguminosas, que está associado principalmente ao aumento na disponibilidade de Ca e Mg às plantas (Carvalho *et al.*, 1988).

Tabela 7. Acúmulo de Fitomassa seca, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio em diferentes leguminosas na parte aérea, no período de florescimento. UFVJM/CEART, Turmalina/MG, 2009.

Espécies	Fitomassa	N	P	K	Ca	Mg
	Seca					
	t ha ⁻¹	kg ha ⁻¹				
Crotalária juncea	13,90 a ¹	514,20 a	27,44 a	166,46 a	124,26 a	112,09 a
Mucuna cinza	9,80 b	357,72 b	28,70 a	137,94 b	73,07 b	75,26 c
Feijão-de-porco	8,75 c	332,67 b	17,46 b	144,48 b	115,01 a	102,11 b
Mucuna preta	7,50 d	285,82 c	17,53 b	80,99 c	58,67 c	44,16 e
Lab-lab	5,65 e	197,76 d	15,25 b	77,23 c	62,69 bc	58,53 d
Crotalária spectabilis	5,42 e	200,90 d	8,68 c	83,61 c	55,37 c	39,06 e
Guandu anão	2,62 f	86,85 e	7,08 c	23,70 d	22,52 d	18,78 f
CV (%)	4,15	6,96	14,82	8,39	6,98	5,18

¹Valores seguidos de letras iguais, dentro da coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey (p < 0,05)

Os resultados reforçam o potencial para o uso de leguminosas na adubação verde, sobretudo das espécies estudadas, como alternativa para economia substancial de fertilizantes sintéticos, particularmente importantes para os agricultores familiares da região, e de outras regiões, que normalmente são descapitalizados e muitas das vezes cultivam em solos depauperados, pelos anos de exploração, ou por escassez de reservas de nutrientes. Outro aspecto de grande dimensão é a contribuição ambiental, como a proteção dos solos, que reduz perdas por processos como a lixiviação, carreamento de partículas por erosão e outros, que promovem perdas na qualidade dos solos, principalmente em ambientes tropicais (Chaves *et al.*, 1997).

4. CONCLUSÕES

1. A mucuna cinza e o feijão-de-porco apresentaram maior capacidade de cobertura do solo nos primeiros 60 dias após a semeadura em relação ao lab-lab e a mucuna preta.
2. O feijão-de-porco, lab-lab, mucuna cinza e guandu anão apresentaram maior capacidade de redução da fitomassa das plantas espontâneas, com destaque para redução em média de 40% da fitomassa das gramíneas.
3. A mucuna cinza apresentou maior capacidade em conservar a umidade do solo em relação às demais leguminosas.
4. Todas as espécies promoveram redução da temperatura, sendo que a mucuna cinza, mucuna preta, lab-lab e feijão-de-porco tendem a apresentar os menores valores de temperatura do solo em relação à crotalária juncea, crotalária *espectabilis* e guandu anão.
5. A fitomassa senescente depositada pela mucuna cinza, lab-lab e mucuna preta permite aumentar a quantidade de matéria orgânica sobre o solo e disponibiliza quantidades significativas de nutrientes, que são importantes para a nutrição das culturas, quando utilizadas como plantas companheiras.
6. Os teores de N, P e K, tendem a diminuir, enquanto o Ca e Mg aumentam para maiorias das espécies, nas avaliações realizadas nas diferentes fases vegetativas, o que contribui para melhor escolha da época de manejo delas.
7. A crotalária juncea se apresentou com o maior acúmulo de fitomassa seca e aporte de N ao sistema, além do acúmulo significativo dos outros macronutrientes, tornando-se promissora para adubação verde na região.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AITA, C.; URQUUIAGA, S.; SISTI, C. P. J.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M.; GIACOMINI, S. J. Estimativa da fixação biológica de N em leguminosas para adubação verde usando variações na abundância natural em N¹⁵. **Anais. Fertbio**, Lages – SC, 2004. (Suplemento CD-ROM)
- AE, N.; ARIHARA, K.; OKADA, K.; YOSIHARA, T.; JOHANSEN, C. Phosphorus uptake by pigeonpea and its role in cropping systems of Indian subcontinent. **Science**, v. 248, p. 477-480, 1990.
- ALVAREZ, V.V.H. & RIBEIRO, A.C. Calagem. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARAES, P.T.G.; ALVAREZ, V.V.H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Editora UFV. 1999. p. 43-60.
- ALCÂNTRA, F. A. de; FURTINI NETO, A. E.; PAULA, M. B. de; MESQUITA, H. A.; MUNIZ, J. A. Adubação Verde na recuperação da Fertilidade de um latossolo vermelho-escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 2, p. 277-288, 2000.
- AMABILE, R. F.; FANCELLI, A. L.; CARVALHO, A. M. Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos na região dos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 47-54, 2000.
- BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. **Método de análise química de plantas**. Boletim Técnico do Instituto Agrônomo, Campinas, n. 78, p. 1- 48, 1983.
- BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de Irrigação**. 8ª Edição. Viçosa: Ed. UFV, 2006.
- BOER, C. A.; ASSIS, R. L.de; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.9, p.1269-1276, set. 2007.
- BORKERT, C. M.; GAUDÊNCIO, C. A.; PEREIRA, J. E.; PEREIRA, L. R.; OLIVEIRA JUNIOR, A. O. Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea em culturas de cobertura de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 143-153, jan. 2003.
- BREMNER, J.M.; MULVANEY, C.S. Nitrogen total, In: PAGE, A.L.; MILLER, R.A.; KEENEY, D.R. ed. **Methods of soil Analysis**. 2 ed. Madison: American Society of agronomy, 1982, part. P. 595-624 (Agronomy, 9)
- CACERES, N. T. & ALCARDE, J. C. Adubação verde com leguminosas em rotação com cana-de-açúcar (*Saccharum spp*). **Revista STAB**, v. 13, n. 5, p. 16-20, 1995.
- CALEGARI, A. **Leguminosas para adubação verde de verão do Paraná**. Londrina: IAPAR, 1995. (IAPAR. Circular, 80).

CALEGARI, A.; ALCÂNTRA, P.B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T.J.C. Caracterização das principais espécies de adubos verdes. In: COSTA, M.B.B. da. (Coord.). **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro: AS-PTA, p. 206-319, 1993.

CARVALHO, A. M.; BURLE, M. L.; PEREIRA, J.; SILVA, M. A. **Manejo de adubos verdes no cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1999. (Embrapa-CPAC. Circular técnica, 4)

CARVALHO, A. M.; AMABILE, R. F.. **Cerrado: adubação verde**. EMBRAPA, Planaltina-DF, 2006.

CARVALHO, M. M.; SARAIVA, O. F.; OLIVEIRA, F. T. T.; MARTINS, C. E. Respostas de leguminosas forrageiras tropicais à calagem e ao fósforo, em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 12, p. 153-159, 1988.

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

CAZETTA, D. A.; FORNASIERI FILHO, D.; GIROTTO, F. Composição, produção de matéria seca e cobertura do solo em cultivo exclusivo e consorciado de milho e crotalária. **Acta Sci. Agron.**, Maringá, v. 27, n. 4, p. 575-580, 2005.

CERUTTI, T.R.; MATTIAS, J.L.; DENARDIN, R.B.N.; WILDNER, L. do P.; BUSNELLO, F.J.; SCHARAGLE, E. CURVA DE CRESCIMENTO, ACÚMULO DE FITOMASSA E NITROGÊNIO PELO GUANDU ANÃO (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.). FertBio 2008: desafios para o uso do solo com eficiência e qualidade ambiental: **anais**. Londrina: Embrapa Soja: SBCS: IAPAR: UEL, 2008. (CD-ROM).

CHAVES, J.C.D. Benefícios adicionais da adubação verde para a lavoura cafeeira. II Simpósio de Pesquisa dos cafés do Brasil. Vitória, EMBRAPA-Café/Ministério da Agricultura e do Abastecimento, **Resumos...** p. 2440-2448, 2001.

CHAVES, J.C.D.; PAVAN, M.A.; CALEGARI, A. Adição de matéria seca e nutrientes através da utilização de plantas para cobertura em culturas perenes e seus efeitos sobre a reação do solo. **Arq. Biol. Tecnol.** v.40, n. 1, p. 47-55, 1997.

CÍCERO, S.M. **Dormência de sementes**. In: Semana de atualização em produção de sementes, 1., Campinas, 1986. Campinas: Fundação Cargill, p. 41-76, 1986.

DUARTE JUNIOR, J.B. & COELHO, F.C. Adubos verdes e seus efeitos no rendimento da cana-de-açúcar em sistemas de plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.3, p.723-732, 2008.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa-SPI; Embrapa-CNPS, 1999. 412p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1997.

ERASMO, E.A.L.; AZEVEDO, W.R.; SARMENTO, R.A.; CUNHA, A.M.; GARCIA, S.L.R. Potencial de espécies utilizadas como adubo verde no manejo integrado de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 22, n. 3, p. 337-342, 2004.

FÁVERO, C. **Potencial de Plantas Espontâneas e de Leguminosas para Adubação Verde**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, 1998. Dissertação de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas, 84 p.

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; COSTA, L. M.; CASALI, V. W. D. Plantas espontâneas e leguminosas introduzidas: adubação verde e interações entre populações. **Revista Ceres**, v. 48, p. 485-499, 2001.

FERREIRA D.F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: **45ª REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA**. São Carlos: UFSCar. p. 255-258, 2000.

FONTANETTI, A.; CARVALHO, G.J.; MORAIS, A.R.; ALMEIDA, K.; DUARTE, W.F. Adubação verde no controle de plantas invasoras nas culturas de alface americana e repolho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 967-973, 2004.

FURLANI, C.E.A.; GAMERO, C.A.; LEVIEN, R.; SILVA, R.P.; CORTEZ, J.W. Temperatura do solo em função do preparo do solo e do manejo da cobertura de inverno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, 375-380, 2008.

GONÇALVES, C.N.; CERETTA, C.A.; BASSO, C.J. Sucessões de culturas com plantas de cobertura e milho em plantio direto e sua influência sobre o nitrogênio no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, p.153-159, 2000.

IGUE, K. Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos nas propriedades do solo. In: **Adubação verde no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, p. 232-267, 1984.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em: 30 setembro de 2009.

MIRANDA, J.C.C. & MIRANDA, L.N. **Manejo de micorriza arbuscular por meio da rotação de culturas nos sistemas agrícolas do cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2001. 3p. (Comunicado Técnico, 42).

MOREIRA, V.F.; PEREIRA, A.J.; GUERRA, J.G.M.; GUEDES, R.E.; COSTA, J.R. **Produção de biomassa de gandu em função de diferentes densidades e espaçamentos entre sulcos de plantio**. Seropédica: Embrapa-CNPAB, 2003. 5p. (Embrapa-CNPAB. Comunicado Técnico, 57).

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

NASCIMENTO, A.F. & MATTOS, J.L.S. Produtividade de biomassa e supressão de plantas espontâneas por adubos verdes. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, p. 33-38, 2007.

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. FertBio 2008: desafios para o uso do solo com eficiência e qualidade ambiental: **anais**. Londrina: Embrapa Soja: SBCS: IAPAR: UEL, 2008. (CD-ROM).

OLIVEIRA, F.L.; GOSCH, M.; PADOVAN, M. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e decomposição de resíduos de leguminosas em solo de várzea do Estado do Tocantins, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 1, fev. 2007, Porto Alegre-RS. p. 1501-1505. Resumos II Congresso Brasileiro de Agroecologia.

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**, Brasília, v.22, n.3, p.638-641, jul-set 2004.

OLIVEIRA, F.L. & GOSCH, M.S. Potencial de leguminosas herbáceas de hábito ereto para adubação verde no cerrado do Tocantins. **Revista Ciência Agroambiental**, Palmas, v.2, n. 1, p. 17-24, jan. a jul. 2007.

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 cultivos isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 1, p. 35-40, 2004.

PERIN, A.; TEIXEIRA, M.G.; GUERRA, J.G.M. Desempenho de algumas leguminosas com potencial para utilização como cobertura permanente de solo. **Agronomia**, v.34, n. 2, p. 38-43, 2000.

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

SANTOS, V.S. & CAMPELO JÚNIOR, J.H. Influência dos elementos meteorológicos na produção de adubos verdes, em diferentes épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.1, p.91-98, 2003.

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.C.; MURAOKA, T.; BUZZETTI, S.; VELOSO, M.E.C.; TRIVELIN, P.C.O. Aproveitamento do nitrogênio (15N) da crotalária e do milheto pelo milho sob plantio direto em Latossolo Vermelho de Cerrado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 3, mai-jun, 2006.

SILVA, J. A. A.; VITTI, G. C.; STUCHI, E. S.; SEMPIONATO, O. R. Reciclagem e incorporação de nutrientes ao solo pelo cultivo intercalar de adubos verdes em pomar de laranja 'Pera'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 24, n. 1, p. 225-230, 2002.

SODRÉ FILHO, J.; CARDOSO, A.N.; CARMONA, R.; CARVALHO, A.M. de. Fitomassa e cobertura do solo de culturas em sucessão ao milho na Região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n.4, p. 327-334, 2004.

SPAIN, J.M. & SALINAS, J.G. A reciclagem de nutrientes nas pastagens tropicais. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo, 16. **Anais**. Ilhéus, BA, 1985.

SUZUKI, L.E.A.S. & ALVES, M.C. Fitomassa de Plantas de Cobertura em diferentes sucessões de Culturas e Sistemas de Cultivo. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n.1, p. 121-127, 2006.

TEIXEIRA, C.M.; CARVALHO, G.J.; FURTINI NETO, A.E.; ANDRADE, M.J.B.; MARQUES, E.L.S. Produção de biomassa e teor de macronutrientes do milheto, feijão-de-porco e guandu anão em cultivo solteiro e consorciado. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 93-99, jan./fev. 2005.

TORRES, J. L. R.; FABIAN, A. J.; PEREIRA, M. G.; ANDRIOLI, I. Influência de plantas de cobertura na temperatura e umidade do solo na rotação milho-soja em plantio direto. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 1. p. 107-113, jan-mar, 2006.

WUTKE, E.B.; MAEDA, J.A.; PIO, R.M. Superação da dormência de sementes de mucuna-preta pela utilização de “calor seco”. **Sci. Agric.**, Piracicaba, 52 (3): 482-490, set./dez., 1995.

WUTKE, E.B.; TRANI, P.E.; AMBROSANO, E.J.; DRUGOWICH, M.I. **Adubação verde no Estado de São Paulo**. Campinas, n. 249, junho, 2009. (Boletim Técnico, 249)

6. ANEXOS

Tabela 8. Teores de Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio e Magnésio do material senescente das leguminosas em diferentes períodos de avaliação. UFVJM/CEART, Turmalina/MG, 2009.

Espécie	N	P	K	Ca	Mg
	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹
60 dias após a semeadura					
Crotalária juncea	-	-	-	-	-
Mucuna Cinza	23,5 b ¹	1,2 a	7,2 ab	10,0 b	8,7 b
Feijão-de-Porco	30,7 a	1,3 a	9,6 a	22,0 a	14,2 a
Mucuna Preta	22,5 b	1,2 a	5,8 b	13,4 b	7,6 b
Lab-Lab	20,0 b	1,0 a	8,7 ab	11,3 b	8,9 b
Crotalária spectabilis	-	-	-	-	-
Guandu Anão	-	-	-	-	-
CV %	11,16	22,71	22,11	11,36	12,44
90 dias após a semeadura					
Crotalária juncea	15,7 d	0,9 abc	5,4 bc	19,2 a	15,0 a
Mucuna Cinza	22,2 bc	1,1 ab	5,3 bc	11,3 c	8,9 b
Feijão-de-Porco	26,0 b	0,5 d	12,7 a	14,9 b	8,8 bc
Mucuna Preta	32,2 a	1,2 a	6,4 b	11,6 c	9,3 b
Lab-Lab	19,7 cd	0,9 abc	12,2 a	16,0 b	12,4 ab
Crotalária spectabilis	24,2 bc	0,7 cd	1,3 a	19,6 a	8,0 bc
Guandu Anão	25,0 b	0,8 bcd	3,2 c	8,0 d	4,4 c
CV %	9,21	17,03	12,34	8,26	19,82
120 dias após a semeadura					
Crotalária juncea	-	-	-	-	-
Mucuna Cinza	27,0 a	1,75 a	3,9 a	10,9 c	7,5 b
Feijão-de-Porco	-	-	-	-	-
Mucuna Preta	27,7 a	1,13 b	2,1 b	13,3 b	9,0 a
Lab-Lab	25,7 a	1,24 b	3,8 a	15,7 a	9,6 a
Crotalária spectabilis	-	-	-	-	-
Guandu Anão	-	-	-	-	-
CV %	6,78	9,95	22,62	4,42	15,20

¹Valores seguidos de letras iguais, dentro da coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey (p < 0,05)

CAPÍTULO 02

**COMPORTAMENTO DE LEGUMINOSAS HERBÁCEAS PERENES UTILIZADAS
COMO COBERTURA PERMANENTE DO SOLO NA REGIÃO DA CAATINGA
MINEIRA, MÉDIO VALE DO JEQUITINHONHA.**

COMPORTAMENTO DE LEGUMINOSAS HERBÁCEAS PERENES UTILIZADAS COMO COBERTURA PERMANENTE DO SOLO NA REGIÃO DA CAATINGA MINEIRA, MÉDIO VALE DO JEQUITINHONHA.

Resumo: O trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento e as potencialidades de leguminosas herbáceas perenes para o uso como cobertura permanente em áreas agrícolas na região da Caatinga Mineira, Médio Vale do Jequitinhonha/MG. O experimento foi instalado em 4 de dezembro de 2008, na área experimental da Escola Família Agrícola de Jacaré – EFAJ, em Itinga/MG. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com seis tratamentos e quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos pelas leguminosas: cudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*), calopogônio (*Calopogonium mucunoides*), amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*), soja perene (*Glycine wightii*), estilosantes (*Stylosanthes capitata*, *Stylosanthes macrocephala*) e testemunha (solo nu). As características avaliadas foram: emergência das plântulas; taxa de cobertura do solo; promoção da retenção de umidade e conservação da temperatura do solo; capacidade de supressão sobre a vegetação espontânea; potencial de deposição de folhas e ciclagem de macronutrientes, através da senescência de folhas, além do acúmulo de fitomassa seca e macronutrientes da parte aérea. Todas as espécies apresentaram tempo médio de emergência das plântulas de 7 dias. O estilosantes se apresentaram em pleno florescimento aos 120 dias e as demais espécies, aos 150 dias. O calopogônio, amendoim forrageiro e cudzu tropical se destacaram para cobertura do solo. O uso das leguminosas como cobertura permanente promoveu mudanças na composição das espécies de plantas espontâneas ao longo dos períodos de avaliações, quando o calopogônio, cudzu tropical e amendoim forrageiro se destacaram na capacidade de supressão das espontâneas nos primeiros 90 dias. Todas as leguminosas a partir dos 120 dias proporcionaram menor temperatura do solo em relação à testemunha, com o calopogônio se destacando dentre as leguminosas, na capacidade de retenção da umidade do solo. O uso de leguminosas perenes, como calopogônio e cudzu tropical, pôde contribuir para o incremento de N, ciclagem de macronutrientes e aumento da matéria orgânica sobre o solo, por meio do acúmulo de fitomassa na parte aérea e pela senescência de folhas das leguminosas.

Palavras-Chave: adubos verdes, leguminosas perenes, ciclagem de nutrientes, sustentabilidade, manejo do solo, plantas de cobertura.

BEHAVIOR OF PERENNIAL HERBACEOUS LEGUMINOUS FOR USE AS A SOIL PERMANENT COVERAGE IN THE REGION OF CAATINGA MINEIRA, MEDIUM JEQUITINHONHA VALLEY.

Abstract: This present study had the objective to evaluate the behavior and potentialities of perennial herbaceous leguminous for use as permanent coverage in agricultural areas in the Caatinga Mineira, Middle Jequitinhonha Valley/MG. The experiment was installed in December, 2008 at the experimental area of Family Agricultural Alligator School - EFAJ in Itinga/MG. The experimental design was randomized blocks with five treatments and four repetitions, with treatments consisting of the following leguminous species: Tropical cudzu (*Pueraria phaseoloides*), calopogônio (*Calopogonium mucunoides*), forage peanut (*Arachis pintoi*), perennial soy (*Glycine wightii*), estilosant (*Stylosanthes capitata* and *Stylosanthes macrocephala*) and control (bare soil). The characteristics evaluated were: plants emergency, rate of soil coverage, promotion of humidity retention and conservation of soil temperature, suppression ability on spontaneous vegetation; potential of shoot deposition and macronutrients cycling capacity through the senescence of leaves, beyond the accumulation of dry phytomass and macronutrients of shoots. All species had emergency time of 7 days. The *Stylosanthes* presented full bloom in 120 days and the other species at 150 days. The calopogônio (*Calopogonium mucunoides*), forage peanut (*Arachis pintoi*) and tropical cudzu (*Pueraria phaseoloides*) stood out for ground cover. The use of leguminous as permanent coverage promoted changes in the composition of weed species over the evaluation periods, where the Calopogônio, tropical cudzu and forage peanut stood out on the suppression ability of spontaneous in the first 90 days. All leguminous since the 120 days promoted lower soil temperature concerning the control, pointing the calopogônio between the leguminous in the capacity of soil humidity retention. The use of perennial leguminous like the calopogônio and tropical cudzu contributed to the increment of N, macronutrients cycling and increase of the organic matter in soil by the phytomass accumulation in the shoots and by the senescence of leguminous leaves.

Keywords: green manuring, perennial leguminous, macronutrient cycling, sustainability, soil manure, cover crops.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos observa-se uma crescente preocupação quanto aos impactos negativos provocados pela agricultura convencional ao meio ambiente. Com isso, tornaram-se frequentes os questionamentos acerca do modelo agrícola vigente. Mesmo através dos inúmeros aumentos da produção, problemas relacionados à degradação da capacidade produtiva dos solos, contaminação da água e redução da biodiversidade nos sistemas produtivos, comprovam a fragilidade do modelo de agricultura imposta durante a revolução verde.

Especificamente nos trópicos, os solos agrícolas necessitam de uma proteção constante, em razão de seu desgaste, que ocasiona redução da produtividade. Assim, a adoção de práticas conservacionistas que favoreçam os processos biológicos, reciclagem de nutrientes, conservação do solo e da água têm tido espaço entre os produtores, instituições de pesquisa e extensão, órgãos governamentais, dentre outros. Nessa perspectiva, a adubação verde é apontada como uma prática capaz de contribuir para a sustentabilidade dos agroecossistemas.

A prática da adubação verde consiste no aproveitamento de plantas cultivadas ou crescidas espontaneamente no próprio local ou importadas de outra área, deixadas preferencialmente, na superfície do solo, com a finalidade de preservar e ou melhorar a fertilidade das terras agrícolas (Chaves & Calegari, 2001).

Várias são as possibilidades de espécies a serem utilizadas como adubo verde. Entretanto, o uso de leguminosas como plantas de cobertura do solo revela-se uma estratégia importante para proporcionar a sustentabilidade aos agroecossistemas, tendo em vista os benefícios proporcionados ao solo e às culturas. A introdução de plantas dessa família pode proporcionar benefícios como melhorias das características físicas, tais como agregação e incremento do carbono orgânico (Perin *et al.*, 2002a), aporte de biomassa às áreas cultivadas (Espíndola *et al.*, 2005b), reciclagem de nutrientes (Duarte Junior & Coelho, 2008), fornecimento de N através da fixação biológica (Perin *et al.*, 2000a), manutenção da umidade do solo, diminuição das temperaturas máximas e da amplitude térmica (Furlani *et al.*, 2008), proteção permanente contra os principais agentes causadores da degradação dos solos (Primavesi, 2002) e controle de plantas espontâneas (Espíndola *et al.*, 2001).

Essas espécies podem ser de ciclo anual, semiperene ou perene e, portanto, cobrem o terreno ao longo de alguns meses ou durante todo o ano (Espíndola *et al.*, 1997). Dentre as espécies herbáceas de ciclo perene há uma gama de materiais, com grande potencial de

utilização como cobertura permanente de solo, que apresenta vantagens, como a rebrota, que permite que as plantas sejam manejadas com roçadas anuais, compensando, ao longo do tempo, a menor produtividade e capacidade inicial de estocar nutrientes quando comparadas a algumas anuais, além de dispensar a aquisição de novas sementes (Guerra *et al.*, 2007). Assim, o uso delas se torna particularmente interessante como plantas de cobertura permanente em áreas de pomares (Espíndola *et al.*, 2006), áreas degradadas e para alimentação animal.

Contudo, a identificação das espécies leguminosas quanto ao comportamento, adaptação, exigência e período de permanência às condições edafoclimáticas da região onde serão introduzidas é essencial para garantir o êxito do uso dessas plantas como cobertura permanente. Nos últimos anos têm se intensificado os estudos com relação ao comportamento das leguminosas herbáceas perenes, porém a identificação e adequação desse grupo de leguminosas, a fim de utilizá-las como coberturas vivas associadas às culturas de interesse econômico de ciclo perene e a conservação e recuperação do solo, ainda é um desafio. Tanto é que, as ações de pesquisas sobre o comportamento dessas espécies nas condições da Caatinga Mineira na região do Médio Vale do Jequitinhonha são inexistentes, o que de certa forma dificulta a adoção da prática pela maioria dos agricultores familiares da região.

Assim, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o comportamento e as potencialidades de espécies leguminosas herbáceas perenes para o uso de cobertura permanente em áreas agrícolas na região da Caatinga Mineira, Médio Vale do Jequitinhonha, Minas Gerais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental da Escola Família Agrícola de Jacaré – EFAJ, na comunidade de Jacaré, em Itinga-MG, com o seguinte ponto de localização: 16°28'04" S e 41°59'50" W, 672 m de altitude, região do Médio Vale do Jequitinhonha. O Médio Vale do Jequitinhonha é caracterizado pela sua tendência para a semiaridez, com precipitações anuais abaixo de 1.000 mm, com grande concentração nos meses de verão (Figura 1). Geograficamente, a área representa um prolongamento para o sul do semiárido nordestino (caatinga).

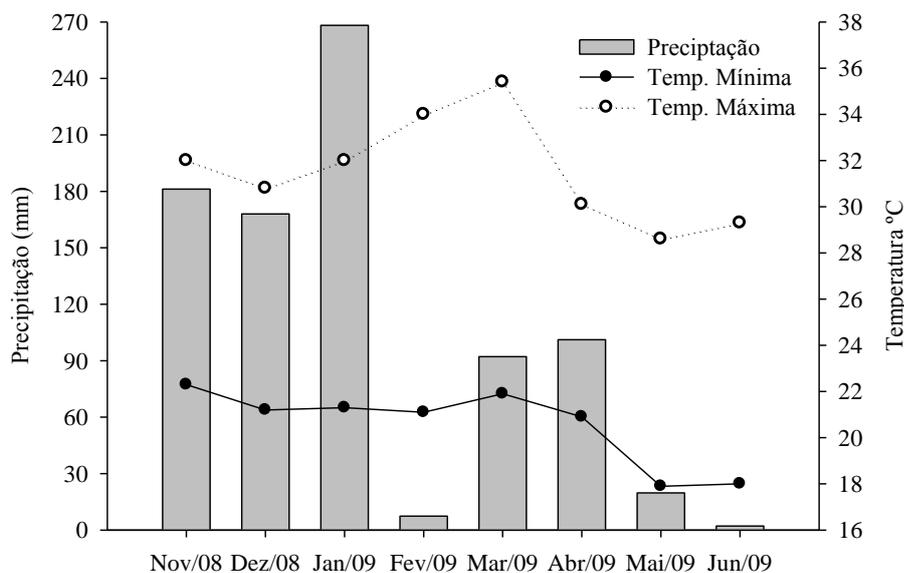


Figura 1. Médias mensais de precipitação (mm), temperatura mínima e máxima (°C), observadas no período de novembro de 2008 a junho de 2009, no Médio Vale do Jequitinhonha – MG. Fonte: INMET, 2009.

A área na qual realizou-se o experimento encontrava-se em pousio, coberta pela vegetação espontânea, sendo o solo classificado como Argissolo Amarelo (Embrapa, 1999). Foram retiradas da área amostras de solo (0-20 cm), cujas características químicas e granulométricas apresentavam os seguintes valores, pela análise: pH em água 5,9; 29,3 mg dm⁻³ de P_{Mehlich 1}; 426 mg dm⁻³ de K; 2,8 cmol_c dm⁻³ de Ca; 1,8 cmol_c dm⁻³ de Mg; 0,2 cmol_c dm⁻³ de Al e saturação por bases igual a 63%; areia 64%, silte 10% e 26% argila.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com seis tratamentos e quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos pelas seguintes leguminosas: cudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*), calopogônio (*Calopogonium mucunoides*), amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*), soja perene (*Glycine wightii*), estilosante campo grande (*Stylosanthes capitata* e *Stylosanthes macrocephala*) e testemunha (solo nu).

Antes da semeadura foi realizada capina manual em toda a área do experimento, sendo as leguminosas semeadas em 4 de dezembro de 2008 (período chuvoso), na profundidade de 2 cm, espaçamento entre sulcos de 40 cm, com densidade média de 20 sementes por metro de sulco. As sementes não sofreram nenhum tipo de tratamento para quebra de dormência. A área de cada parcela foi de 4 m² (2m x 2m), sendo considerada área útil os 2 m² centrais.

As características avaliadas nas leguminosas foram: emergência das plântulas; taxa de cobertura do solo; promoção da retenção de umidade e conservação da temperatura do solo;

capacidade de supressão da vegetação espontânea; potencial de deposição de folhas e ciclagem de macronutrientes, pela senescência de folhas; além da produção total de fitomassa seca na parte aérea e acúmulo de macronutrientes.

A taxa de cobertura do solo foi determinada aos 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias após a semeadura das leguminosas, pelo método do número de interseções descrito por Fávero (1998), o qual foi constituído por um quadro de madeira de 1m² contendo uma rede de barbante, espaçado de 10 cm, definidos 100 pontos, sendo a leitura da cobertura feita diretamente em percentagem.

As temperaturas do solo foram determinadas nas profundidades de 5, 10 e 15 cm, aos 30, 60, 90, 120 e 150 dias após a semeadura. As leituras foram instantâneas, com auxílio de termômetro digital, modelo SoloTerm 1200, que utiliza sonda metálica, realizadas às 9h e às 14h. A umidade volumétrica do solo foi determinada no período compreendido entre a semeadura e 180 dias, sendo as coletas realizadas mensalmente. No entanto, nas profundidades de 0 a 5 cm, sendo a umidade determinada indiretamente pela densidade aparente do solo pelo método padrão de estufa (Bernardo *et al.*, 2006).

A capacidade de supressão da vegetação espontânea pelas leguminosas foi observada pelas avaliações de composição por espécie, fitomassa seca por família e total, das plantas espontâneas, realizadas no 1m² central das parcelas, aos 30, 60 e 90 dias após a semeadura. A fitomassa seca foi determinada após secagem em estufa, com ventilação de ar forçada à temperatura de 65°C por 72 horas.

O potencial de deposição de folhas e ciclagem de macronutrientes pelas leguminosas foi observado quantificando-se a fitomassa senescente depositada sobre o solo e estimando o acúmulo de macronutrientes nessa fitomassa, na área útil de 1m² central. As coletas foram realizadas aos 90, 120, 150 e 180 dias após a semeadura.

Para determinação do acúmulo total de fitomassa seca na parte aérea, foi realizado o corte das plantas aos 180 dias após a semeadura, pesando-se a fitomassa verde total produzida. O acúmulo da fitomassa seca foi determinado indiretamente, pela umidade do material verde, aferido em amostras de 100g, que foram secas em estufa de ventilação de ar forçada a 65°C por 72 horas até atingir massa constante. Nessa fitomassa também foi estimado o acúmulo de macronutrientes.

Nas análises químicas dos materiais, o teor de N foi determinado após digestão sulfúrica e destilação em Kjeldahl (Bremner & Mulvaney, 1982); os teores de P, K, Ca e Mg foram determinados após digestão nítrico-perclórica (Bataglia *et al.*, 1983), sendo o P determinado em espectrofotômetro a partir de formação da cor azul do complexo fosfato-

molibdato em meio sulfúrico, na presença de ácido ascórbico como redutor, o K por fotômetro de chama (Embrapa, 1997) e o Ca e Mg em espectrofotômetro de absorção atômica.

As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2000). Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferenças entre as leguminosas, para o tempo de emergência das plântulas, quando a maioria das espécies apresentou valores iguais ou superiores a 80% de emergência aos 7 dias após a semeadura, corroborando os resultados observados por Silva *et al.* (2006), na região de cerrado do Tocantins.

O desenvolvimento inicial das espécies foi diferente, com calopogônio e amendoim forrageiro apresentando as maiores porcentagens de cobertura de solo, em torno de 87 e 74% respectivamente, aos 90 dias após a semeadura (Figura 2). O rápido estabelecimento inicial do amendoim pode estar ligado à alta densidade de plantas, o que favoreceu seu estabelecimento na área. Percebe-se que o cudzu tropical apresentou crescimento inicial mais lento, quando comparado ao calopogônio e ao amendoim forrageiro. Contudo, a partir dos 120 dias, o cudzu tropical se igualou àquelas espécies, quando cobriram o solo totalmente. Comportamento semelhante também foi identificado por Perin *et al.* (2000b) e Espíndola *et al.* (2005b) para as leguminosas calopogônio, cudzu tropical e amendoim forrageiro, ao observarem que o período médio para total cobertura do solo foi 106, 106 e 114 dias, respectivamente. Essas três espécies foram as que apresentaram as maiores taxas de cobertura de solo até os 180 dias após a semeadura, com destaque para o calopogônio. A soja perene apresentou o máximo de 88% de cobertura do solo, aos 120 dias, momento em que o estilantes apresentou o máximo de 63% de cobertura de solo.

Cabe ressaltar que o crescimento inicial mais lento do cudzu, possivelmente, está relacionado à adaptação da espécie às condições da região, principalmente aos fatores climáticos como as altas temperaturas do solo ocorridas nesse intervalo de tempo, pela competição com as plantas espontâneas, que surgiram com a menor cobertura do solo, e ou por características intrínsecas das espécies. Silva *et al.* (2006), ao estudarem o comportamento de leguminosas perenes, em Gurupi-TO, região de cerrado, observaram comportamento diferente para o cudzu tropical, que apresentou 100% de cobertura do solo, aos 90 dias.

Nota-se que todas as espécies iniciaram um processo de redução na taxa de cobertura do solo a partir dos 120 dias, ficando mais evidente para as espécies estilosantes, soja perene e amendoim forrageiro. Esse comportamento está relacionado às condições de clima da região que, naquele período, era de altas temperaturas e escassez de água (chuvas), já que se iniciava o período da seca, característico da região da Caatinga Mineira (Figura 1). À medida que se pronuncia o período da seca na região, as plantas respondem com expressiva senescência de folhas reduzindo, assim, a proteção do solo. Por outro lado, esse material, quando não retirado da área, também contribui para cobertura do solo; entretanto, não se deixa de notar espaços descobertos nas áreas.

Outro fator que pôde ter contribuído para o declínio na taxa de cobertura foi o início do período reprodutivo das plantas. O estilosantes apresentava, em todas as parcelas, plantas em pleno florescimento aos 120 dias. A soja perene e o calopogônio apresentaram plena floração aos 150 dias. O mais tardio na floração foi o cudzu tropical, que apresentou em torno de 20% das plantas com flores, a partir dos 150 dias, o que perdurou até os 180 dias. Esse comportamento das espécies fortalece seu potencial para uso como cobertura viva permanente no ambiente estudado, pois a produção de sementes anterior ao período da seca pode garantir o ressemeio das áreas, representando uma alternativa de manutenção das espécies. Sendo assim, presume-se que as espécies acima poderiam se restabelecer com maior facilidade, quando retornasse o período chuvoso, dispensando a necessidade de aquisição de novas sementes, além da chance de se tornar uma fonte de renda para os agricultores familiares da região, pela venda do excedente de sementes produzido. Porém, para comprovação dessas expectativas, é necessário o acompanhamento do poder de restabelecimento das espécies frente às características intrínsecas da Caatinga Mineira.

De maneira geral, pode-se afirmar que as espécies calopogônio, amendoim forrageiro e cudzu tropical contribuem significativamente para cobertura do solo na região, porém o cudzu tropical contribui com as menores taxas de cobertura nos primeiros 90 DAS, se equiparando às demais a partir dos 120 dias. A soja perene e o estilosantes, mesmo que incipientes os resultados, não se mostraram promissoras, em se tratando de cobertura do solo, pois não atingiram a plena cobertura do solo podendo, assim, refletir em maiores temperaturas e evaporação de água do solo.

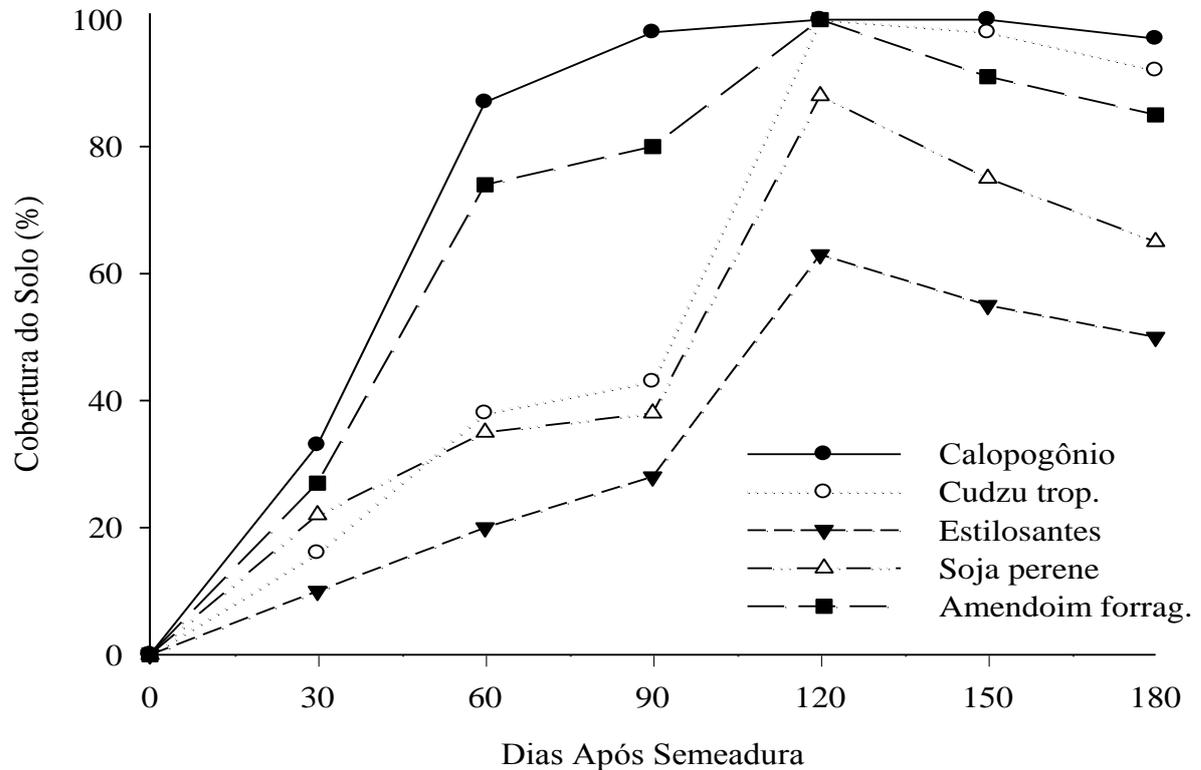


Figura 2. Cobertura do solo por leguminosas herbáceas perenes, na região de Caatinga, no Médio Vale do Jequitinhonha. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2009.

Quanto à capacidade de supressão das leguminosas sobre o crescimento das espontâneas, observa-se que, nos primeiros 30 dias após a semeadura, não houve diferenças significativas entre as espécies, notando-se que nenhuma delas apresentou efetiva capacidade de supressão. Aos 60 dias percebeu-se que o calopogônio e o amendoim forrageiro foram as espécies que mais suprimiram o crescimento das espontâneas, reduzindo a fitomassa acumulada, enquanto as demais espécies não diferiam entre si. Porém, aos 90 dias, notou-se que o cudzu tropical já apresentava efetiva supressão sobre as espontâneas, agora melhor que o amendoim forrageiro, que passou a apresentar a menor capacidade de supressão, igualmente ao estilosantes e a soja perene. O destaque nessa fase foi o calopogônio, que conseguiu suprir totalmente a presença das espontâneas (Figura 3).

A queda na capacidade do amendoim forrageiro em suprimir o crescimento das espontâneas pode ser em decorrência da ocorrência de veranico no período compreendido entre os 60 e 90 dias (Figura 1), que promoveu estagnação no crescimento dessa espécie, não observado para plantas espontâneas, que são mais adaptadas às condições da Caatinga. Isso demonstra maior sensibilidade do amendoim forrageiro ao estresse hídrico, em comparação às demais espécies, reforçando resultados de Perin *et al.* (2002b), que observaram essa

sensibilidade do amendoim forrageiro às condições de déficit hídrico, inclusive citando que, em condições de prolongamento de déficit, a cobertura viva com amendoim forrageiro pode efetivamente promover competição por água com a cultura principal.

Os resultados de supressão sobre as espontâneas são reflexos do comportamento das leguminosas perenes, caracterizado por um período de crescimento mais lento nos primeiros 90 dias após a semeadura, as quais inicialmente não proporcionaram boa cobertura do solo, o que favorece a presença das espontâneas, às vezes demandando atenção do agricultor com a supressão mecânica, capina dessa vegetação. Porém, passado esse estágio inicial do desenvolvimento, a capacidade de supressão se pronuncia, reduzindo a presença das espontâneas. Atrela-se a essa capacidade de supressão o aumento na cobertura do solo, apresentada pelas espécies (Figura 2), além da relação de melhor aproveitamento de nutrientes, água, luminosidade e a possíveis efeitos alelopáticos promovidos pelas leguminosas sobre as plantas. Outro fator que pode contribuir com o aumento da capacidade de supressão das leguminosas perenes sobre as espontâneas é a densidade de semeadura. A cobertura do solo pelo amendoim forrageiro é mais rápida em densidades maiores, as quais promovem a redução da população de ervas espontâneas e, em consequência, diminui a mão-de-obra para seu controle (Perin *et al.*, (2003).

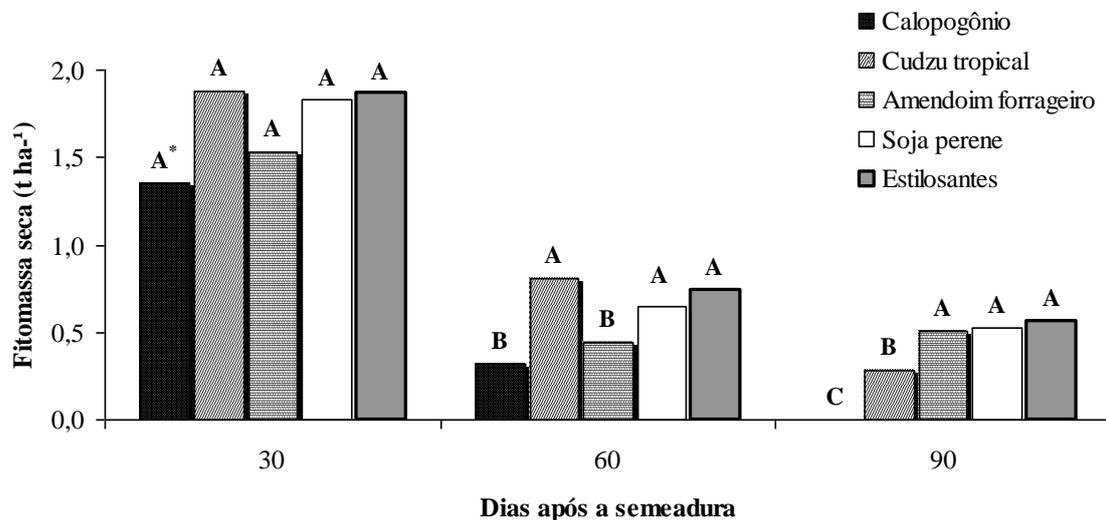


Figura 3. Acúmulo de fitomassa seca total das plantas espontâneas aos 30, 60 e 90 dias após a semeadura, nas áreas cultivadas com diferentes leguminosas herbáceas perenes. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2009. *Valores seguidos de letras iguais, na mesma data, não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$)

Em se tratando da composição florística da vegetação espontânea, nota-se que algumas plantas sempre estiveram presentes nas diferentes avaliações, assim como outras que surgiram ao longo do tempo. *Cenchrus echinatus*, *Digitaria sanguinalis*, *Cynodon dactylon*, *Bidens pilosa*, *Acanthospermum hispidum*, *Alternanthera tenella* e *Commelina benghalensis* foram as espontâneas que estiveram presentes nas parcelas com leguminosas em todas as avaliações realizadas. *Sida glaziovii* e *Aeschynomene spp.* foram as espontâneas ausentes em todas as coberturas com as leguminosas aos 30 dias e presentes nas parcelas com calopogônio, cudzu tropical e estilosantes aos 60 dias, porém aparecendo na amostragem aos 90 dias na maioria das coberturas, exceto calopogônio (Tabela 1).

Na mudança da composição florística observa-se em destaque algumas famílias e espécies nas diferentes avaliações realizadas, a saber, na avaliação dos 30 dias, que a família das Poaceae predominavam, com maior frequência das espécies *Cenchrus echinatus*, *Digitaria sanguinalis*, *Cynodon dactylon*, que representavam cerca de 56,51% a 70,36% do total de fitomassa acumulada pelas plantas espontâneas presentes nas parcelas. Na avaliação dos 60 dias, além da família das Poaceae, surgiram as Asteraceae, com maior frequência das espécies *Bidens pilosa* e *Acanthospermum hispidum*. Juntas, essas famílias representaram 48,92 e 36,12%, respectivamente, do total da fitomassa acumulada pelas espontâneas. Já aos 90 dias predominaram três famílias: Asteraceae, Amaranthaceae (com maior frequência das espécies *Alternanthera tenella* e *Amaranthus spp.*), e Commelinaceae (com maior frequência da espécie *Commelina benghalensis*). Juntas, essas famílias representaram em média 26,81; 25,18 e 21,79%, respectivamente, do total de fitomassa acumulada pela vegetação espontânea, na presença de todas as leguminosas, com exceção do calopogônio (Tabela 1).

Os resultados demonstram que o uso dessas leguminosas como cobertura permanente de solo proporciona uma mudança na diversidade das espécies e oscilações na supressão das famílias predominantes nas parcelas cultivadas, pois se observa que espécies de diferentes famílias surgem ao longo do tempo, o que representa uma modificação na dinâmica de sucessão das espécies. Esses resultados corroboram os estudos de Fávero *et al.* (2001), que observaram que o uso de leguminosas anuais para adubação verde também promove modificações na dinâmica de sucessão das espécies espontâneas.

Tabela 1. Acúmulo de fitomassa seca das principais espécies de plantas espontâneas, nas áreas cultivadas com diferentes leguminosas, aos 30, 60 e 90 dias após plantio. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2009.

Plantas Espontâneas	Plantas de Coberturas															
	CL	CU	ET	SP	AF	CL	CU	ET	SP	AF	CL	CU	ET	SP	AF	
	Dias após a semeadura															
	30 dias					60 dias					90 dias					
Família	Nome Científico	Acúmulo de fitomassa seca das plantas espontâneas (g m ⁻²)														
Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i>															
Poaceae	<i>Digitaria sanguinalis</i>	76,07		132,00	113,00						12,15	47,45	39,50	29,00	21,75	-
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>		123,22			93,00										
Poaceae	<i>Digitaria horizontalis</i>	-														
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>															
Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	-														
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>															
Asteraceae	<i>Acanthospermum hispidum</i>	46,11	50,20	42,75	50,76	46,50	16,4	24,35	30,5	20,00	11,72		8,62	16,81	12,5	11,56
Asteraceae	<i>Emilia fosbergii</i>															
Asteraceae	<i>Galinsoga parviflora</i>															
Amaranthaceae	<i>Alternanthera tenella</i>	7,67	8,00	7,67	10,77	9,50	2,30	7,87	2,5	8,20	9,13		10,15	17,25	9,44	23,56
Amaranthaceae	<i>Amaranthus spp.</i>	-														
Amaranthaceae	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	-														
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i>	4,40	4,71	4,15	7,52	3,60	0,65	0,87	0,99	6,70	1,50		2,81	5,62	26,81	8,50
Convolvulaceae	<i>Ipomoea spp.</i>	0,05	1,75	0,16	0,40	0,27		0,07	0,03	0,20			0,31	0,75	1,87	
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i>	0,30	0,15	0,87					0,20	0,10						
Cyperaceae	<i>Cyperus difformis</i>	-	0,07		0,05	0,10		0,04	0,13	0,15						0,07
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i>	-				0,13										
Malvaceae	<i>Sida glaziovii</i>	-											0,76		1,15	0,80
Malvaceae	<i>Sida spinosa</i>	-							0,06					3,12		
Malvaceae	<i>Sida cordifolia</i>	-														
Fabaceae	<i>Aeschynomente spp.</i>	-	0,30				0,29		0,29				0,30	0,15	0,66	1,00
Fabaceae	<i>Senna obtusifolia</i>	-								0,25						
	Total	134,6 a¹	188,4 a	187,6 a	182,5 a	153,1 a	31,7 b	80,7 a	74,2 a	64,6 a	44,1 b	0 c	27,7 b	56,2 a	53,3 a	50,8 a
	CV%			15,93					15,31					20,10		

¹Valores seguidos de letras iguais, dentro da coluna para o total, não diferem entre si pelo teste Tukey (p < 0,05); CL: Calopogônio; CU: Cudzu tropical; ET: Estilosantes; SP: Soja Perene; AF: Amendoim Forrageiro; não contribui para fitomassa seca.

Quanto à variação das temperaturas do solo, sob a cobertura das diferentes leguminosas, nota-se que há diferenças quanto às profundidades e os horários em que as leituras foram feitas, a cada data. Sempre se observa menor proeminência nos valores das leituras realizadas às 9h, em qualquer uma das profundidades. Aos 30 dias não houve diferenças entre as temperaturas do solo, sob a cobertura das diferentes leguminosas, em nenhuma das profundidades. No entanto, em momentos mais avançados do ciclo das leguminosas, 120 e 150 dias, notou-se que a cobertura por todas as espécies promovia temperaturas estatisticamente iguais entre si, e menores que a testemunha, nas três profundidades avaliadas (Tabela 2).

Em relação às avaliações no horário das 14h, nota-se diferença entre as espécies e a testemunha, em todas as épocas e profundidades avaliadas. De forma geral, em todas as datas avaliadas, em qualquer uma das profundidades, a cobertura de solo com o calopogônio apresenta redução das temperaturas do solo em comparação com a testemunha. O amendoim forrageiro pode ser considerado com capacidade intermediária de redução de temperatura do solo, já que a espécie algumas vezes se igualou ao calopogônio, sendo sempre superior à testemunha. As demais espécies apresentaram uma variação muito grande na redução das temperaturas do solo, nas profundidades avaliadas durante o ciclo. No entanto, cabe ressaltar que a partir dos 120 dias de ciclo, em qualquer uma das profundidades, todas as espécies promoveram redução da temperatura do solo, quando comparadas com a testemunha (Tabela 2).

De maneira geral, os valores observados na profundidade de 5 cm apresentam maiores valores que a 10 e 15 cm, o que está relacionado à maior incidência de raios solares e poder acumulativo do solo. Os maiores valores de temperatura do solo no horário das 14h foram observados aos 90 dias, o que está diretamente relacionado à observação dos maiores valores para temperatura máxima (Figura 1). Entretanto, o calopogônio se destaca com os menores valores para as profundidades avaliadas, se diferenciando das demais leguminosas. O calopogônio nesse período apresentava cobertura do solo em torno dos 90% (Figura 2), o que contribuiu diretamente para diminuir a temperatura do solo, demonstrando que a espécie apresenta melhor capacidade de promover reduções de temperatura de solo, em menor tempo de cobertura (dias após a semeadura) em relação às demais.

Os resultados, mesmo que incipientes, demonstram que as espécies apresentam comportamentos diferenciados quanto à redução da temperatura do solo nos primeiros 90 dias. Contudo, a partir dos 120 dias, todas proporcionam redução efetiva da temperatura do solo no horário mais crítico (14h), o que está diretamente relacionado com a proteção

proporcionada pela fitomassa que cobre o solo naquele momento, atuando como barreira aos raios solares e dificultando a troca de calor entre o solo e atmosfera. Isso reforça a importância do uso dessas espécies como cobertura permanente de solo.

Bragagnolo & Mielniczuck (1990), ao estudarem a influência da cobertura do solo com palha de trigo sobre o regime térmico do solo, observaram as menores temperaturas no solo quando foram aplicadas maiores quantidades de palha na sua superfície, evidenciando a importância da presença de cobertura permanentemente sobre o solo na manutenção de menores temperaturas. Principalmente para a Caatinga Mineira, onde as altas temperaturas causam estresses nas plantas, muitas vezes limitando algumas atividades agrícolas, a estratégia do uso de espécies em cobertura permanente pode significar uma alternativa interessante para agricultor.

Tabela 2. Temperatura do solo, com diferentes coberturas, em dois horários no dia, medidas em três profundidades, aos 30, 60, 90, 120 e 150 dias após a semeadura. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2009.

Espécie	30 DAS		60 DAS		90 DAS		120 DAS		150 DAS	
	9h	14h	9h	14h	9h	14h	9h	14h	9h	14h
.....Temperatura °C.....										
.....5 cm.....										
Calopogônio	25,4 a ¹	32,3 d	26,3 b	29,9 d	26,4 abc	36,9 d	21,5 b	23,9 e	23,6 b	31,1 b
Cudzu trop.	26,4 a	35,3 bc	29,3 a	38,0 b	26,9 ab	42,6 b	21,6 b	25,4 cd	23,7 b	31,7 b
Estilosantes	26,2 a	36,6 ab	28,5 ab	39,7 ab	25,2 bc	43,9 ab	22,3 b	28,3 b	23,7 b	33,7 b
Amendoim	25,5 a	34,1 cd	26,2 b	32,5 c	24,6 c	39,5 c	21,5 b	24,5 de	23,1 b	30,2 b
Soja perene	26,3 a	36,6 abc	28,9 a	39,0 ab	24,5 c	43,6 ab	22,0 b	26,3 c	23,3 b	31,8 b
Testemunha	26,9 a	38,0 a	30,0 a	40,8 a	27,8 a	45,2 a	27,0 a	34,2 a	27,4 a	42,4 a
.....10 cm.....										
Calopogônio	25,2 a	29,8 d	26,4 b	29,1 c	26,5 a	34,1 d	21,2 b	23,4 d	22,9 b	28,7 c
Cudzu trop.	26,2 a	31,9 bcd	29,9 a	37,2 a	26,3 a	40,2 bc	21,7 b	24,7 c	23,0 b	30,1 bc
Estilosantes	25,9 a	33,6 ab	29,2 a	38,3 a	25,8 a	41,1 ab	22,1 b	27,2 b	23,0 b	32,5 b
Amendoim	25,4 a	31,1 cd	26,3 b	31,5 b	24,8 a	38,1 c	21,1 b	23,5 d	22,0 b	29,2 c
Soja perene	25,8 a	33,7 ab	28,8 a	37,5 a	24,5 a	41,8 ab	22,2 b	25,7 c	23,2 b	30,8 bc
Testemunha	26,6 a	35,4 a	30,3 a	39,4 a	26,8 a	42,9 a	24,6 a	30,9 a	26,9 a	39,6 a
.....15 cm.....										
Calopogônio	24,7 a	28,2 c	26,8 b	28,5 b	26,5 a	34,8 c	21,6 b	23,0 d	23,8 b	27,1 c
Cudzu trop.	26,3 a	29,5 bc	28,9 ab	35,6 a	27,3 a	38,0 ab	22,1 b	24,1 c	24,2 b	28,4 bc
Estilosantes	26,0 a	30,8 ab	29,2 a	36,2 a	26,4 a	38,8 a	21,9 b	26,4 b	24,5 b	30,9 b
Amendoim	25,4 a	29,1 bc	26,7 b	30,4 b	26,6 a	36,2 bc	21,6 b	23,3 d	23,4 b	27,8 c
Soja perene	25,9 a	31,1 ab	28,6 ab	35,8 a	25,4 a	39,6 a	22,0 b	25,1 c	23,8 b	29,2 bc
Testemunha	26,5 a	32,2 a	30,1 a	37,2 a	27,4 a	40,1 a	24,0 a	27,6 a	27,9 a	37,1 a
CV%	4,15		3,61		3,46		2,34		5,48	

¹ Valores seguidos de letras iguais, dentro da coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$)

Verificou-se diferenças significativas nos volumes de água acumulados no solo, sob a cobertura das diferentes leguminosas, quando o calopogônio apresentou os maiores valores em todas as datas de avaliação, as vezes sendo acompanhado por uma outra espécie, como ocorreu aos 60 dias, quando não se diferiu do cudzu, amendoim e soja perene, e aos 90 dias, quando não se diferiu do amendoim forrageiro. Em momentos mais avançados do ciclo, 150 e 180 dias, apenas o calopogônio se destacou e as demais espécies não se diferiram (Tabela 3). Esses resultados demonstram a maior capacidade do calopogônio em conservar a umidade do solo, na situação da Caatinga Mineira, apontando potencial para o seu uso, como cobertura viva permanente, como uma ferramenta interessante para conservação da umidade, principalmente para as épocas de baixos índices pluviométricos. Esse desempenho do calopogônio em relação às demais leguminosas pode estar relacionado à maior capacidade de cobertura do solo (Figura 2) e à redução de temperatura (Tabela 2), pois o solo com maior cobertura melhora a proteção contra a incidência direta dos raios solares, o que ameniza as temperaturas, por diminuir a amplitude térmica, refletindo em menor evapotranspiração, conservando a umidade do solo. Segundo Streck *et al.* (1994), qualquer cobertura na superfície do solo constitui-se numa barreira física à transferência de energia e vapor d'água entre o solo e atmosfera, refletindo assim em uma maior capacidade de manutenção da umidade dos solos.

Os resultados observados nas condições de Caatinga, quando se compara o cudzu tropical com o amendoim forrageiro, são contrários aos encontrados por Perin *et al.* (2004) para a região de mata atlântica, os quais constataram que o cudzu tropical retinha mais a umidade, por manter a superfície do solo protegida por uma densa camada de resíduos, enquanto na área com amendoim havia maior taxa de evaporação de água do solo, diminuindo assim os teores de umidade nas áreas, possivelmente em decorrência da deiscência natural de folhas, que foi mínima para o amendoim forrageiro, mantendo o solo protegido apenas pela camada vegetal viva. No presente trabalho, o amendoim forrageiro apresentou maior desenvolvimento inicial, possivelmente favorecido pela alta densidade de plantas e seu hábito de crescimento rastejante (estolonífero), promovendo maior cobertura inicial do solo (Figura 2), proporcionada nos primeiros 90 dias, enquanto, nesse período, o cudzu tropical apresentou baixa cobertura, deixando o solo desprotegido, o que possivelmente reduziu sua capacidade de retenção de umidade no solo. No entanto, a partir dos 120 dias de ciclo, a diferença não mais existiu e o cudzu passou a reter umidade no solo em quantidade superiores a algumas espécies e iguais a outras, dentre elas o amendoim forrageiro.

No geral, todas as leguminosas contribuem para a manutenção da umidade no solo, porém observa-se que os valores retidos ainda são baixos, sendo o maior valor encontrado para o calopogônio aos 120 DAS e o menor aos 90 DAS para o estilosantes (Tabela 3), demonstrando potenciais diferentes entre as coberturas, quanto à manutenção da umidade do solo. A baixa umidade identificada nas diferentes leguminosas pode ser explicada, em parte, pela classe de textura franco-arenosa do solo, que apresenta baixa capacidade de retenção de água. Porém, em se tratando de um bioma onde o déficit hídrico é um dos principais limitadores para o desenvolvimento das atividades agrícolas, o uso dessas coberturas pode colaborar, amenizando as perdas de água nos períodos críticos, principalmente as leguminosas com maior potencial para queda natural de folhas, como é o caso do calopogônio, cudzu tropical e soja perene, que se tornam, assim, uma alternativa para os agricultores familiares da região.

Oliveira & Souza (2003) citam que os resíduos de coberturas vegetais promovem uma retenção da água na sua estrutura, liberando-a gradativamente ao solo e deixando-o mais úmido na camada superficial, por se encontrar em contato direto com eles. Bortoluzzi & Eltiz (2000) observaram uma variação de água de 1,2% superior ao solo desnudo, quando foi deixada uma maior quantidade de palha de aveia preta sobre o solo.

Observando os volumes totais de água retida no solo, nota-se maiores valores aos 30 e 120 dias, que ocorrem em função da precipitação pluviométrica elevada entre os meses de dezembro (168,2 mm) e março (92,2 mm) (Figura 1). Dos 150 aos 180 dias, período compreendido entre maio e junho, iniciou-se o período da seca e observou-se um declínio expressivo da precipitação, nos meses de maio (19,8 mm) e de junho (2,2 mm), quando a capacidade de reter água no solo pelas leguminosas se tornou mais importante.

Tabela 3. Volume de água na camada de 0 – 5 cm do solo, em seis épocas, para as diferentes coberturas de solo. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2009.

Espécie	Volume de água no solo ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)					
	-----Dias após a semeadura-----					
	30	60	90	120	150	180
Calopogônio	0,121 a ¹	0,099 a	0,068 a	0,136 a	0,082 a	0,069 a
Cudzu trop.	0,079 c	0,087 ab	0,030 b	0,092 bc	0,066 b	0,043 b
Estilosantes	0,078 c	0,074 b	0,031 b	0,074 c	0,052 b	0,038 b
Amendoim	0,101 b	0,090 ab	0,064 a	0,106 b	0,066 b	0,051 b
Soja perene	0,087 c	0,097 a	0,034 b	0,105 b	0,065 b	0,043 b
CV(%)	6,97	11,20	13,62	11,02	9,99	15,28

¹Valores seguidos de letras iguais, dentro da coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$)

O potencial de deposição de folhas senescentes sobre o solo e a ciclagem de macronutrientes foi diferente entre as espécies, variando de acordo com o seu desenvolvimento. Aos 90 dias, apenas o calopogônio apresentava aporte de material senescente ao solo, já promovendo incorporação de matéria orgânica e realizando ciclagem de nutrientes. Aos 120 dias, as demais espécies, exceto o estilosantes, iniciaram o aporte de matéria orgânica e a ciclagem de nutrientes, pela fitomassa senescente. Somente aos 180 dias observou-se senescência de folhas pelo estilosantes (Tabela 4).

Observa-se que o calopogônio, além de ter iniciado a deposição de material mais precocemente, apresentou os maiores valores depositados, mostrando sua maior capacidade de incorporação de matéria orgânica nos solos e promoção da ciclagem de nutrientes. Aos 120 dias, as demais espécies que apresentaram folhas senescentes, não diferiram entre si. Aos 150 e 180 dias, o cudzu e a soja perene se igualaram na quantidade de folhas senescentes, como segundo melhor potencial (Tabela 4). Diante dos resultados, para as condições desse experimento, o calopogônio, cudzu tropical e soja perene demonstraram grande capacidade para deposição de matéria orgânica sobre o solo, com destaque para a primeira, o que ressalta o potencial para utilização delas como plantas companheiras, principalmente como cobertura viva permanente de solos em cultivos perenes, como pomares e os quintais agroflorestais, que são comuns na região.

Os resultados mostram que as espécies apresentaram diferentes capacidades de ciclagem dos nutrientes, promovida pela deposição das folhas senescentes. Nota-se que o calopogônio foi a espécie que aportou as maiores quantidades de N e acumulou as maiores quantidades de P, K, Ca e Mg no período dos 90 aos 180 dias de ciclo, como reflexo da sua capacidade de deposição de folhas senescentes. Observa-se, ainda, que o cudzu tropical e a soja perene proporcionaram acúmulo considerável de macronutrientes (Tabela 4). O aporte total de fitomassa senescente, fornecida ao longo do ciclo, pelo calopogônio, cudzu tropical, soja perene, amendoim forrageiro e estilosantes foram da ordem de 6,88; 2,48; 2,42; 1,22 e 0,92 t ha⁻¹, respectivamente. Entretanto, o calopogônio se destacou em relação às demais, com sua fitomassa aportando significativas quantidades de nutrientes no solo, sendo: 147,3 kg de N ha⁻¹, 11,3 kg de P ha⁻¹, 84,17 kg de K ha⁻¹, 82,8 kg de Ca ha⁻¹ e 53,7 kg de Mg ha⁻¹ (Tabela 4).

Convém salientar que calopogônio, cudzu tropical e a soja perene podem contribuir significativamente para o incremento de N e a ciclagem dos demais nutrientes, além de favorecer o aumento da matéria orgânica sobre o solo, podendo, ao longo do tempo, proporcionar benefícios aos atributos químicos, físicos e biológicos do solo.

Tabela 4. Deposição de fitomassa seca e acúmulo de macronutrientes, pela deposição de material senescente das leguminosas, durante o ciclo. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2009.

Espécie	MS	N	P	K	Ca	Mg
	t ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹
90 dias após a semeadura						
Calopogônio	0,63	9,76	0,79	7,77	7,13	3,97
Cudzu trop.	-	-	-	-	-	-
Estilosantes	-	-	-	-	-	-
Amendoim	-	-	-	-	-	-
Soja perene	-	-	-	-	-	-
CV%	-	-	-	-	-	-
120 dias após a semeadura						
Calopogônio	1,66 a ¹	29,8 a	1,90 a	17,7 a	20,9 a	13,4 a
Cudzu trop.	0,32 b	4,2 c	0,24 c	2,7 b	3,1 c	2,4 c
Estilosantes	-	-	-	-	-	-
Amendoim	0,39 b	8,1 b	0,66 b	5,2 b	7,3 b	4,5 b
Soja perene	0,30 b	2,8 c	0,28 c	2,8 b	2,8 c	2,5 c
CV%	9,45	14,80	19,64	21,12	17,09	12,60
150 dias após a semeadura						
Calopogônio	1,88 a	46,1 a	2,9 a	18,3 a	18,7 a	15,8 a
Cudzu trop.	0,70 b	14,1 b	1,2 b	6,2 b	8,8 b	5,5 b
Estilosantes	-	-	-	-	-	-
Amendoim	0,24 c	4,8 c	0,3 c	2,1b	4,4 c	3,2 c
Soja perene	0,80 b	13,2 b	0,9 b	8,5 b	9,1 b	6,8 b
CV%	7,45	10,50	12,57	35,03	8,50	8,85
180 dias após a semeadura						
Calopogônio	2,71 a	61,6 a	5,7 a	40,4 a	36,1 a	20,5 a
Cudzu trop.	1,46 b	29,7 b	1,9 bc	18,1 c	18,5 b	14,4 b
Estilosantes	0,92 c	12,6 c	1,6 bc	7,2 d	9,7 c	4,7 d
Amendoim	0,59 d	12,7 c	1,0 c	8,5 d	12,1 c	7,4 c
Soja perene	1,32 b	25,7 b	2,4 b	26,3 b	18,1 b	12,2 b
CV%	6,74	9,75	18,35	12,82	9,82	10,00

¹Valores seguidos de letras iguais, dentro da coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey (p < 0,05)

Observou-se diferenças significativas entre as espécies leguminosas para os teores de nutrientes na parte aérea cortada aos 180 dias. Quanto ao teor de N, verifica-se que o estilosantes apresentou o menor teor, enquanto as demais, que apresentaram maiores teores, não diferiram entre si (Tabela 5). Os teores de N encontrados foram similares aos observados por Dalcomo *et al.* (1999), Perin *et al.* (2000a, 2000b) e Espíndola *et al.* (2005a) para algumas das leguminosas estudadas.

Para o teor de P, o estilosantes foi o que apresentou os maiores teores, sendo que o calopogônio, soja perene e cudzu apresentaram os segundo maiores valores (Tabela 5).

Resultados semelhantes foram observados na região de mata atlântica por Guerra *et al.* (2007), que descrevem o estilosantes como uma espécie que não apresenta grande exigência em relação à fertilidade do solo, mostrando-se capaz de extrair valores consideráveis de nutrientes como o P, mesmo em solos com reduzidos teores desse nutriente.

Para o teor de K, destacaram-se, com maiores teores, o amendoim forrageiro e a soja perene, em comparação às demais espécies, que não diferiram entre si. Com relação ao Ca, o calopogônio se igualou à soja perene e ao amendoim forrageiro, com os maiores teores, enquanto o cudzu tropical e estilosantes apresentaram o menor conteúdo desse elemento. Já para o Mg, o cudzu tropical, o amendoim e a soja perene se destacam com os maiores teores, com o estilosantes apresentando o menor valor (Tabela 5).

Cabe destacar que na massa do calopogônio se encontram significativos teores de N e Ca, no cudzu; N e Mg, no amendoim forrageiro; na soja perene N, K, Ca e Mg e no estilosantes o P, o que expressa características específicas de cada espécie, revelando o potencial de uso delas em adequação com as demandas locais, ou a possibilidade do uso de algumas espécies em conjunto, de modo a aproveitar o potencial de cada uma, resultando em maiores proporções de cada nutriente.

Tabela 5. Teores de Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio e Magnésio na parte aérea das leguminosas, aos 180 dias de ciclo. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2009.

Espécie	N	P	K	Ca	Mg
g kg ⁻¹				
Calopogônio	25,50 a ¹	2,10 b	15,02 c	13,04 a	7,49 b
Cudzu Trop.	27,00 a	1,92 bc	16,10 bc	9,78 b	9,58 a
Estilosantes	18,00 b	2,35 a	14,60 c	11,36 b	5,06 c
Amendoim	25,00 a	1,75 c	19,07 a	12,42 a	9,59 a
Soja Perene	24,50 a	2,07 b	18,12 a	12,95 a	9,40 a
CV(%)	5,94	4,63	7,55	9,23	7,69

¹Valores seguidos de letras iguais, dentro da coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey (p < 0,05)

As espécies apresentaram capacidades diferentes de acumular nutrientes em suas fitomassas. No corte realizado aos 180 dias, nota-se que o calopogônio apresentou os maiores acúmulos de fitomassa seca, o que refletiu nas maiores quantidades de nutrientes (N, P, K, Ca e Mg) acumuladas por área com essa espécie. As quantidades de fitomassa acumuladas pelo calopogônio foram 68,6%; 123,6%; 271,25% e 303,96%, superiores à do cudzu tropical, estilosantes, amendoim forrageiro e soja perene, respectivamente (Tabela 6). O acúmulo de fitomassa seca apresentado pelo calopogônio, média de 9,17 t ha⁻¹, foi superior aos

observados por Dalcomo *et al.* (1999), 1,67 t ha⁻¹, e Espíndola *et al.* (2005b), 5,6 t ha⁻¹, em estudos na região de mata atlântica.

De todos os nutrientes acumulados na fitomassa das leguminosas, o N é o único que representa um real aporte ao sistema, já que os demais são ciclados pelas plantas, a partir do momento em que são absorvidos da solução do solo, via raízes, imobilizados temporariamente na fitomassa, e reciclados ao solo pela senescência das folhas ou mediante ao corte da fitomassa das leguminosas. Campello *et al.* (2008) verificaram que, do total de N acumulado no calopogônio, 71,9% são oriundos da fixação biológica de N (FBN). Portanto, ao considerar esse valor, estima-se que o calopogônio, neste estudo, teria o potencial de incremento de 168 kg de N ha⁻¹ ao sistema agrícola, com um corte da fitomassa aos 180 dias. Espíndola *et al.*, (2006) em estudos realizados com o cudzu tropical e amendoim forrageiro como coberturas permanentes nas entrelinhas de bananeiras, identificaram que nessas espécies os valores de N oriundos da FBN foram de 86,2% e 66,9%, respectivamente. Tomando como referência esses valores, pode-se estimar o potencial de aporte de N, via FBN, de 126 e 41 kg ha⁻¹, para o cudzu tropical e amendoim forrageiro, respectivamente, em um corte com 180 dias de ciclo das espécies, nas condições estudadas. Igue (1984) considera que 2/3 do N total das leguminosas são provenientes da FBN e o restante, absorvidos do solo. Assim, pode-se presumir que o incremento de N, via FBN, no estílo e soja perene, seria de 49 e 37 kg ha⁻¹, respectivamente. Esses valores de N aportados ao sistema pelas leguminosas são baseados em estudos realizados em regiões com características diferentes da estudada, o que torna necessária uma comprovação experimental no local para uma possível confirmação dos valores estimados.

Contudo, os valores de N supostamente aportados via FBN pelas leguminosas estudadas variaram de 37 a 168 Kg ha⁻¹, representando quantidades suficientes para suprir as necessidades de N de uma gama de culturas. Esses resultados demonstram o potencial de uso dessas espécies como cobertura viva permanente de solo, representando uma estratégia para a autossuficiência em N na nutrição de espécies de interesse econômico, principalmente as de porte arbóreo, como as frutíferas, em sistemas de cultivos consorciados. Mesmo no cultivo de outras espécies agrícolas, que não sejam de porte arbóreo, essas leguminosas podem contribuir na redução ou dispensa do uso de fertilizantes sintéticos, o que se torna interessante para pequenos e médios agricultores descapitalizados da região do médio Jequitinhonha.

De maneira geral, os resultados demonstram o potencial de armazenamento temporário de nutrientes na fitomassa das espécies, com destaque para o calopogônio que, para as condições da caatinga, representa a maior possibilidade de estoque de nutrientes e

matéria orgânica, que podem ser reciclados ao solo em momento pertinente para o agricultor, mediante corte da fitomassa. As demais espécies também apresentam capacidade de armazenamento de matéria orgânica e de nutrientes, porém em menor potencial, notando-se em sequência o cudzu tropical (5,45 t ha⁻¹), estilosantes (4,10 t ha⁻¹), amendoim forrageiro (2,47 t ha⁻¹) e soja perene (2,27 t ha⁻¹), acumulados em fitomassa seca, o que refletiu em menores quantidades de nutrientes estocados (Tabela 6).

Segundo Calegari *et al.* (1993), dentre as características a serem observadas para indicação de espécies de adubo verde para um determinado regime agrícola, estão a capacidade de produção de fitomassa, aporte de nutrientes e adaptação ao clima e solo. Assim, com os resultados obtidos, além do calopogônio, acredita-se que o cudzu tropical possa ser também uma opção para o uso como cobertura viva permanente de solo para condições edafoclimáticas da caatinga. Além desses fatores citados, a prática da cobertura viva permanente contribuirá para outro aspecto de grande relevância, que é a menor degradação ambiental, por meio de favorecimento do fluxo de energia biológica, oriundo do aporte de N e ciclagem de outros nutrientes pelas leguminosas, aproximando os agroecossistemas da sustentabilidade.

Tabela 6. Acúmulo de Fitomassa, Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio e Magnésio na parte aérea das leguminosas, aos 180 dias de ciclo. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2009.

Espécies	Massa Seca	N	P	K	Ca	Mg
	t ha ⁻¹					
Calopogônio	9,17 a ¹	234,25 a	19,33 a	137,43 a	119,56 a	68,58 a
Cudzu trop.	5,45 b	146,91 b	10,60 b	87,54 b	53,43 b	52,95 b
Estilosantes	4,10 c	73,84 c	9,64 b	59,95 c	46,68 bc	20,77 c
Amendoim	2,47 d	61,62 c	4,36 c	47,15 cd	30,54 cd	23,69 c
Soja perene	2,27 d	56,35 c	4,65 c	41,38 d	29,59 d	21,52 c
CV(%)	11,47	14,65	11,20	10,52	12,94	13,41

¹Valores seguidos de letras iguais, dentro da coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey (p < 0,05)

Tendo em vista que as espécies leguminosas perenes apresentam rebrota após o corte, elas podem promover elevada incorporação de matéria orgânica aos solos, ao longo dos anos, pela senescência das folhas ou realização de cortes, aspecto relevante no seu manejo como cobertura viva, pois se vislumbra a possibilidade de produção contínua de matéria orgânica de qualidade no local, que pode contribuir para a independência da propriedade rural quanto à incorporação de matéria orgânica e para evitar a introdução de recursos externos, que geram custos às atividades agrícolas.

Entretanto, o sucesso dessa prática pode estar relacionado às condições favoráveis na fase de estabelecimento das espécies leguminosas perenes, como a regularidade na distribuição das chuvas na região e os aspectos de fertilidade dos solos que, no caso deste experimento, na caatinga mineira, aconteceu com a semeadura à época das águas.

Outro aspecto relevante ao uso dessas espécies na região da caatinga mineira é que a fitomassa acumulada, além do uso na atividade agrícola, também pode representar uma interessante alternativa para a atividade pecuária, significativa na região, à medida que os agricultores podem utilizar as leguminosas perenes como plantas forrageiras, empregando-as na alimentação animal, principalmente bovinos e caprinos, manejando-as na forma de suprimento ou banco de proteínas para pastejo rotacionado, o que contribuiria com a amenização dos problemas com alimentação dos animais.

4. CONCLUSÕES

1. Todas as leguminosas apresentaram tempo médio de emergência de 7 dias.
2. As espécies calopogônio, amendoim forrageiro, cudzu tropical se destacaram para cobertura do solo em relação às demais, qualificando-se como as alternativas mais viáveis para proteção do solo.
3. Nas condições em que foi conduzido o experimento, o uso das leguminosas como cobertura permanente promoveu mudanças na composição das espécies de plantas espontâneas ao longo do tempo, com destaque para o calopogônio, na capacidade de supressão sobre a vegetação espontânea nos primeiros 90 dias.
4. Todas as leguminosas, a partir dos 120 dias, proporcionaram menor temperatura do solo, em relação à testemunha.
5. O calopogônio se destacou dentre as leguminosas, com maior capacidade de retenção da umidade do solo, na situação da Caatinga Mineira.
6. O uso de leguminosas perenes, como calopogônio e cuduz tropical, pode contribuir para o incremento de N e a ciclagem dos macronutrientes, além do aumento da matéria orgânica sobre o solo, por meio do material senescente e da parte aérea acumulado por elas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. **Método de análise química de plantas**. Boletim Técnico do Instituto Agrônomo, Campinas, n. 78, p. 1- 48, 1983.

BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de Irrigação**. 8ª Edição. Viçosa: Ed. UFV, 2006.

BORTOLUZZI, E.C. & ELTZ, F.L.F. Efeito do manejo mecânico da palhada de aveia preta sobre a cobertura, temperatura, teor de água no solo e emergência da soja em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 24, p. 449 – 457, 2000.

BRAGAGNOLO, L. & MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por palha de trigo e seu relacionamento com a temperatura e Umidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 14, p. 369 – 374, 1990.

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

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULIZANI, E.A.; COSTA, M.B.B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T.J. Aspectos gerais da adubação verde. In: COSTA, M.B.B.; CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULIZANI, E.A.; WILDNER, L.P.; ALCÂNTRA, P.B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T.J. **Adubação verde no Sul do Brasil**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. p. 1-55.

CAMPELLO, E.F.C.; MATOS, P.N.; RIBEIRO, E.M.S.; JANTALIA, C.P.; REIS, V.M.; RESENDE, A.S. ; CUNHA, A.S.; FRANCO, A.F. **Avaliação de genótipos de dendê quanto à adaptação em áreas alteradas pela mineração de bauxita em Porto Trombetas, município de Oriximiná, PA**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2008. 32 p. (Documentos, 255)

CHAVES, J.C.D. & CALEGARI, A. Adubação verde e rotação de culturas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n. 212, p. 53-60, set./out. 2001.

DALCOMO, J.M.; ALMEIDA, D.L.; GUERRA, J.G.M. **Avaliação de leguminosas perenes para cobertura do solo em pomar cítrico no município Jerônimo Monteiro, ES**. Seropédica: Embrapa-CNPAB, 1999. 8 p. (Comunicado Técnico, 36).

DUARTE JUNIOR, J.B. & COELHO, F.C. Adubos verdes e seus efeitos no rendimento da cana-de-açúcar em sistemas de plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.3, p.723-732, 2008.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa-SPI; Embrapa-CNPS, 1999. 412p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1997.

ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. de. Uso de leguminosas herbáceas para adubação verde. In: AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L. de (Ed.) **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p. 435-451, 2005b.

ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. de; TEIXEIRA, M. G.; URQUIAGA, S. Evaluation of perennial herbaceous legumes with different phosphorus sources and levels in Brazilian Ultisol. **Renewable Agriculture and Food Systems**, Wallingford, v.20, p. 56-62, 2005a.

ESPINDOLA, J.A.A.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L. **Adubação verde: estratégia para uma agricultura sustentável**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 1997. 20 p. (Embrapa-CNPAB. Documentos, 42)

ESPINDOLA, J.A.A.; GUERRA, J.G.M.; PERIN, A.; TEIXEIRA, M.G.; ALMEIDA, D.L. de; URQUIAGA, S.; BUSQUET, R.N.B. Bananeiras consorciadas com leguminosas herbáceas perenes utilizadas como cobertura vivas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.3, p.415-420, mar. 2006.

ESPINDOLA, J.A.A.; OLIVEIRA, S.J.C.R. de; CARVALHO, G.J.A. de; SOUZA, C.L.M. de; PERIN, A.; GUERRA, J.G.M.; TEIXEIRA, M.G. **Potencial alelopático e controle de plantas invasoras por leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2001. (Comunicado Técnico, 47)

FÁVERO, C. **Potencial de Plantas Espontâneas e de Leguminosas para Adubação Verde**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, 1998. Dissertação de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas, 84 p.

FÁVERO, C.; JUCKSCH, I.; ALVARENGA, R.C.; COSTA, L.M. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 11, p. 1355-1362, nov. 2001.

FERREIRA D.F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: **45ª REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA**. São Carlos: UFSCar. p. 255-258, 2000.

FURLANI, C.E.A.; GAMERO, C.A.; LEVIEN, R.; SILVA, R.P.; CORTEZ, J.W. Temperatura do solo em função do preparo do solo e do manejo da cobertura de inverno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, 375-380, 2008.

GUERRA, J.G.M.; ESPINDOLA, J.A.A.; PERIN, A.; TEIXEIRA, M.G.; ALMEIDA, D.L. de; ASSIS, R.L.de. **Desempenho de leguminosas tropicais perenes como plantas de cobertura do solo**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2007. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 20)

IGUE, K. Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos nas propriedades do solo. In: **Adubação verde no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, p. 232-267, 1984.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em: 30 setembro de 2009.

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

PERIN, A.; GUERRA, J.G.M.; TEIXEIRA, M.G. Cobertura do solo e acumulação de nutrientes pelo amendoim forrageiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 7, p. 791-796, jul. 2003.

PERIN, A.; GUERRA, J.G.M.; TEIXEIRA, M.G.; PEREIRA, M.G.; FONTANA, A. Efeito da cobertura viva com leguminosas herbáceas perenes na agregação de um argissolo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p. 713-720, 2002a.

PERIN, A.; LIMA, E. A. de; ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; TEIXEIRA, M. G.; BUSQUET, R. N.B. **Contribuição da cobertura viva de solo com leguminosas herbáceas perenes no 2o ciclo de bananeiras cultivar nanicão**. Seropédica: Embrapa-CNPAB, 2002b. 6 p. (Comunicado Técnico, 53).

PERIN, A.; LIMA, E. A.; PEREIRA, M. G.; TEIXEIRA, M. G.; GUERRA, J. G. M. Efeitos de cobertura vivas com leguminosas herbáceas perenes sobre a umidade e temperatura do solo. **Agronomia**, v.38, n. 1, p. 27 - 31, 2004.

PERIN, A.; TEIXEIRA, M.G.; GUERRA, J.G.M. Desempenho de algumas leguminosas com potencial para utilização como cobertura permanente de solo. **Agronomia**, v.34, n. 2, p. 38-43, 2000a.

PERIN, A.; ZONTA, E.; TEIXEIRA, M.G.; GUERRA, J.G.M. **Efeito de densidades de plantio sobre o crescimento e acumulação de nutrientes de duas leguminosas herbáceas perenes usadas como cobertura viva permanente de solo**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2000b. 8p (Comunicado Técnico, 37)

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

SILVA, V.V.; BARRETO, H.G.; SOUZA, J.P.N.; ASSIS, M.O.; FREITAS, G.A.; OLIVEIRA, F.L.; COLLIER, L.S. Estudo do comportamento de leguminosas herbáceas perenes, semeadas na época das águas. 13ª Jornada de iniciação científica da UNITINS: despertar vocações para a inovação. **Anais**. Palmas/TO: Fundação Universidade do Tocantins, 2006.

STRECK, N.A.; SCHNEIDER, F.M.; BURIOL, G.A. Modificações físicas causadas pelo Mulching. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 2, p. 131-142, 1994.

WUTKE, E.B.; TRANI, P.E.; AMBROSANO, E.J.; DRUGOWICH, M.I. **Adubação verde no Estado de São Paulo**. Campinas, n. 249, junho, 2009. (Boletim Técnico, 249)

6. ANEXO

Tabela 7. Teores de macronutrientes por ocasião de diferentes coletas de material senescente das leguminosas até 180 dias de ciclo. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2009.

Espécies	N	P	K	Ca	Mg
	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹
90 dias após a semeadura					
Calopogônio	15,5	1,25	12,34	11,32	6,30
Cudzu trop.	-	-	-	-	-
Estilosantes	-	-	-	-	-
Amendoim	-	-	-	-	-
Soja Perene	-	-	-	-	-
CV%	-	-	-	-	-
120 dias após a semeadura					
Calopogônio	18,0 a ¹	1,15 b	10,72 ab	12,61 b	8,11 b
Cudzu trop.	13,0 b	0,75 b	8,40 b	9,60 c	7,42 b
Estilosantes	-	-	-	-	-
Amendoim	22,2 a	1,70 a	13,42 a	18,80 a	11,66 a
Soja Perene	9,5 b	0,92 ab	9,57 b	9,41 c	8,43 b
CV%	12,13	15,55	14,40	9,80	10,19
150 dias após a semeadura					
Calopogônio	24,5 a	1,5 a	9,8 a	9,9 c	8,4 b
Cudzu trop.	20,2 b	1,7 a	8,8 a	12,7 b	7,9 b
Estilosantes	-	-	-	-	-
Amendoim	19,5 b	1,1 b	8,4 a	18,0 a	12,9 a
Soja Perene	16,5 b	1,1 b	10,7 a	11,4 bc	8,5 b
CV%	9,05	11,46	19,70	5,00	7,54
180 dias após a semeadura					
Calopogônio	22,7 a	2,1 a	14,9 b	13,3 b	7,6 c
Cudzu trop.	20,5 a	1,3 b	12,4 c	12,7 bc	9,9 b
Estilosantes	13,7 b	1,7 ab	7,9 d	10,5 c	5,1 d
Amendoim	21,2 a	1,6 ab	14,4 bc	20,4 a	12,5 a
Soja Perene	19,5 a	1,8 ab	19,9 a	13,7 b	9,3 bc
CV%	10,33	15,73	7,31	7,85	11,29

¹Valores seguidos de letras iguais, dentro da coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey (p < 0,05)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das avaliações, ficam evidentes os benefícios das leguminosas quanto à capacidade de cobertura dos solos, que expressa acuidade delas em promover a proteção dos solos, reduzindo a sua degradação.

O uso das diferentes leguminosas, nos respectivos biomas estudados, pode contribuir significativamente para redução dos custos da atividade agrícola desenvolvida, tendo em vista a capacidade delas em inibir as plantas espontâneas presentes na área, podendo reduzir o número de capinas a serem realizadas.

As leguminosas, de maneira geral, contribuem para redução da temperatura e retenção da umidade do solo, o que reforça a relevância das coberturas no desenvolvimento de atividades agrícolas na região do Alto e Médio Jequitinhonha, que apresenta características intrínsecas, como o déficit hídrico.

Também é válido ressaltar que a implementação da adubação verde com leguminosas anuais e perenes, no Cerrado e Caatinga, respectivamente, poderá proporcionar, ao longo do tempo, a autonomia do sistema produtivo quanto ao uso de N e da matéria orgânica sobre o solo, garantindo a auto-suficiência desses parâmetros, sobretudo, em sistemas de produção baseados nos princípios agroecológicos.

Em observações realizadas nos diferentes trabalhos, ficaram evidentes a relevância e os benefícios do uso das leguminosas como adubo verde em ambos os experimentos, para as características avaliadas, o que cria novas perspectivas, novos horizontes e potencialidades de estudos para contribuir para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável e melhorar a qualidade de vida e renda dos agricultores familiares do Vale do Jequitinhonha.

O trabalho irá permitir que os agricultores familiares do Vale do Jequitinhonha tenham conhecimento sobre comportamento dos diferentes materiais genéticos para o uso na adubação verde, atendendo às necessidades específicas, pois se observou que, a cada característica avaliada, diferentes espécies se destacaram, o que proporcionou uma visão geral das funcionalidades das espécies estudadas às características edafoclimáticas às quais foram submetidas.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)