UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI – UFVJM

DIEGO MATHIAS NATAL DA SILVA

ADUBAÇÃO VERDE COM LEGUMINOSAS HERBÁCEAS PERENES NO MÉDIO VALE DO JEQUITINHONHA

DIAMANTINA - MG
2012

DIEGO MATHIAS NATAL DA SILVA

ADUBAÇÃO VERDE COM LEGUMINOSAS HERBÁCEAS PERENES NO MÉDIO 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 para a obtenção do título de "Mestre".

Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Grazziotti

Coorientador: Prof. Dr. Claudenir Fávero

DIAMANTINA - MG
2012

Ficha Catalográfica - Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecário Anderson César de Oliveira Silva, CRB6 - 2618.

Silva, Diego Mathias Natal da
S586a Adubação verde com leguminosas herbáceas perenes no médio vale do Jequitinhonha / Diego Mathias Natal da Silva. – Diamantina: UFVJM, 2012.
79p.

Orientador: Paulo Henrique Grazziotti
Coorientador: Claudenir Fávero

Dissertação (Mestrado - Curso de Pós Graduação em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

1. Cobertura-viva. 2. Plantas de cobertura. 3. Manejo do solo. I. Título II. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

CDD 633.3

Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

ADUBAÇÃO VERDE COM LEGUMINOSAS HERBÁCEAS PERENES NO MÉDIO VALE DO JEQUITINHONHA

Diego Mathias Natal da Silva

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

APROVADA em 27 / 01 / 2012

Prof. Dr. Fábio Luiz de Oliveira – UFES
Membro

Prof. Dr. Claudenir Fávero – UFVJM
Membro

Prof. Dr. Paulo Henrique Grazziotti – UFVJM
Presidente

DIAMANTINA - MG
2012

DEDICATÓRIA

A Deus, que iluminou o meu caminho, e a todos os amigos e parentes que, por meio de palavras e atitudes, contribuíram para a realização desse sonho;

Ao amor, carinho, humildade e força da minha mãe;

À honestidade e seriedade do meu pai;

À amizade e cordialidade do meu irmão Bruno;

Ao amor e companheirismo da minha namorada Flávia;

À alegria e entusiasmo das minhas irmãs Mirla e Jeanne;

À persistência e dedicação do meu irmão Ricardo;

Ao trabalho, coletividade e hospitalidade das Escolas Família Agrícola e dos agricultores e agricultoras familiares do Vale do Jequitinhonha.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela vida, saúde, oportunidade de estudar e realizar este trabalho, pelo conhecimento adquirido, pelas pessoas e lugares incríveis que conheci;

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), pela oportunidade de realização do curso e pela contribuição à minha formação acadêmica;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estudo e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Ministério do Desenvolvimento Agrário/Secretaria de Agricultura Familiar, pelo auxílio financeiro à pesquisa;

Ao amigo e professor 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;

Aos professores Claudenir Fávero, Paulo Henrique Grazziotti, Marivaldo Aparecido de Carvalho e Rosana Passos Cambraia; e aos amigos(as) e companheiros(as) de trabalho Ricardo Borges Teodoro, Mateus Augusto Lima Quaresma, Eduardo César Costa, Haroldo Dória, Bianca Pinto Mendes, Maíra Pereira Santiago e Antônio Júnior, pelo apoio e todo aprendizado, confiança e dedicação para realização deste trabalho;

Ao Paulo Otávio, Leonel, Túlio, que contribuíram para a coleta de dados e realização das análises deste trabalho;

Aos amigos e companheiros de república: Raoni, Getúlio, Vinícius, Hélio, Stênio, Gabriel, Pedro Henrique e Felipe; ao Grupo Aranã e Grupo de Pesquisa em Agricultura Familiar da UFVJM (GPAF Vales), pelos saberes compartilhados e ensinamentos adquiridos;

Aos professores e colegas da graduação e do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal (PPGPV), pela contribuição na minha vida acadêmica e pessoal;

À Associação Mineira das Escolas Família Agrícola (AMEFA), Associação dos Moradores e Amigos de Itinga (AMAI), Escola Família Agrícola (EFA) Vida Comunitária (Comercinho), EFA Bontempo (Itaobim), EFA Araçuaí, EFA Virgem da Lapa e especialmente à EFA Jacaré (Itinga) e sua equipe formada por Adair, Fabiene, Fia, José Francisco, Léo, Marcela, Marcinho, Nelson, Neusa, Noessandro, Rosa e Viviane, e aos seus estudantes, especialmente Andréia, Farley, João Paulo, Maria Valdirene e Waldinéia; e aos agricultores e agricultoras familiares do Vale do Jequitinhonha, que contribuíram integralmente para realização deste trabalho;

A todos que, direta ou indiretamente, me ajudaram a conduzir com êxito este trabalho de dissertação.

RESUMO

SILVA, Diego Mathias Natal da. **Adubação verde com leguminosas herbáceas perenes no médio vale do Jequitinhonha,** 2012. 79p. (Dissertação - Mestrado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2012.

O médio vale do Jequitinhonha apresenta condições climáticas adversas, tendendo para a semiaridez, com precipitações anuais abaixo de 1.000 mm, demandando estratégias de convivência com essas condições. Os solos agrícolas nessas regiões tropicais, por estarem expostos aos fenômenos climáticos, térmicos e hídricos, necessitam de proteção contínua, alcançada através da cobertura, viva ou morta, proporcionada principalmente por leguminosas herbáceas perenes utilizadas na adubação verde. Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o comportamento e as potencialidades de leguminosas herbáceas perenes para uso como adubação verde, em recuperação ao período de seca, e avaliar a produção do quiabeiro em cultivo sobre a cobertura viva dessas leguminosas, sob manejo orgânico, na região do médio vale do Jequitinhonha/MG. Dois experimentos foram conduzidos: o primeiro com as leguminosas cudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*), calopogônio (*Calopogonium mucunoides*), amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*), soja perene (*Glycine wightii*), estilosantes campo grande (*Stylosanthes capitata*, *Stylosanthes macrocephala*) e com plantas espontâneas (controle); e o segundo com o quiabeiro cultivado em consórcio com essas leguminosas. O delineamento experimental utilizado nos dois experimentos foi o de blocos, nesse caso com quatro repetições. Observou-se que no primeiro experimento o cudzu e a soja perene restabeleceram-se na área, mais influenciados pela rebrota do que pelo ressemeio; o amendoim forrageiro e o estilosantes restabeleceram-se pelos dois métodos propagativos citados; e o calopogônio se restabeleceu praticamente por ressemeio. As espécies cudzu tropical, calopogônio, amendoim forrageiro e soja perene se destacaram para a cobertura do solo. O uso das leguminosas como cobertura permanente promoveu inibição e mudanças na composição das espécies de plantas espontâneas ao longo do tempo, com destaque para o cudzu. Todas as leguminosas proporcionaram menor temperatura do solo em relação ao controle, com destaque para o cudzu e amendoim forrageiro. O calopogônio se destacou entre as leguminosas com maior capacidade de retenção da umidade do solo. O uso de leguminosas perenes como calopogônio, cuduz tropical e soja perene, 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. Independentemente do tratamento, foram encontrados maiores valores de P, K, Mg, SB, pH e matéria orgânica nos primeiros 5 cm de profundidade. Os tratamentos calopogônio, cudzu e soja perene se destacaram, para o teor de K, Mg, SB, H+Al e T em todas as profundidades do solo, com o controle também se destacando para o teor de K. Em todas as profundidades, o solo sob cudzu revelou o menor valor de pH. Amendoim forrageiro, calopogônio e soja perene se destacaram para o teor de P na camada de 10 a 20 cm de profundidade do solo. O calopogônio apresentou os maiores teores de matéria orgânica em todas as profundidades, e independentemente do tratamento, na medida em que se aumenta a profundidade do solo, observam-se valores decrescentes para o teor de matéria orgânica. O controle, calopogônio, cudzu e estilosantes apresentaram o maior valor de carbono da matéria orgânica leve. No segundo experimento observou-se que após estiagem, com início do restabelecimento, cudzu tropical, soja perene e amendoim forrageiro, demonstraram considerável potencial de acúmulo de matéria seca na parte aérea. Após o corte, o calopogônio e o amendoim forrageiro restabeleceram-se bem, principalmente através de germinação, proporcionada pelo banco de sementes depositado no solo e também por rebrota,

no caso do amendoim forrageiro. O cudzu e a soja perene promoveram menor presença de plantas espontâneas. Amendoim forrageiro e calopogônio se destacaram em proporcionar menor temperatura do solo e todas as leguminosas promoveram maior retenção de umidade do solo, com exceção do estilosantes, quando comparados com o controle. O quiabeiro cultivado sobre soja perene e cudzu tropical apresentou maiores alturas. A adubação verde com soja perene, estilosantes e cudzu tropical, proporcionou aumento no número e produtividade de frutos de quiabeiro por colheita, por somatório de colheitas, e por classe.

Palavras-chave: Cobertura-viva. Plantas de cobertura. Manejo do solo.

ABSTRACT

SILVA, Diego Mathias Natal da. **Green manure with perennial herbaceous legumes in the médio vale do Jequitinhonha,** 2012. 79p. Dissertation (Masters in Vegetable Production) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2012.

The médio vale do Jequitinhonha is severely punished by adverse climate conditions, tending to the semiarid, with annual rainfall below 1.000 mm, then it is required strategies for dealing with these conditions. Soils in these tropical regions need continuous protection because they are exposed to extreme climate, temperature and water. Bad consequences can be minimized by alive or dead coverage which came mainly from perennial herbaceous leguminous used for green manure. This study aimed to evaluate the performance and potential of perennial herbaceous leguminous to be used as green manure on recovery at dry period, and the production of okra cultivated on these leguminous living coverage, under organic management in the region of médio vale do Jequitinhonha/MG. Two experiments were conducted: the first one with tropical kudzu (*Pueraria phaseoloides*), calopo (*Calopogonium mucunoides*), forage peanut (*Arachis pintoi*), perennial soybeans (*Glycine wightii*), stylosanthes (*Stylosanthes capitata*, *Stylosanthes macrocephala*) and control group; and in the second one, okra was intercropped with these leguminous. A randomized block design was used with four replicates. It was observed that in the first experiment, the perennial soybean and kudzu had re-established themselves in the area, more influenced by re-growth than by re-seeding. Forage peanut and stylosanthes were restored by the two propagation methods mentioned, and calopo was restored by re-seeding. The tropical kudzu, calopo, forage peanut and perennial soybean species stood out on soil coverage. The use of leguminous plants as permanent coverage promoted inhibition and changes in the weed species composition of the species over time, emphasing kudzu. All leguminous plants provided lower soil temperature as compared to the control group, especially the kudzu and forage peanut. The calopo stood out among the leguminous plants with a greater capacity to retain soil humidity. The use of these perennial leguminous may contribute to the increase of N, and the cycling of macronutrients besides increasing organic matter on the soil through senescent material. Regardless of the treatment, higher values of P, K, Mg, SB, pH and organic matter were found in the first 5 cm depth. The calopo, kudzu and perennial soybean treatments stood out for the content of K, Mg, SB, T and H + Al in all soil depths, with the control group also standing out for the content of K. In all depths, the soil under kudzu showed the lowest pH value. Peanut forage, calopo and perennial soybean stood out for P content from 10 to 20 cm of soil depth. The calopo showed the highest levels of organic matter at all depths, regardling of the treatment. As soil depth increases, values of organic matter content decreases. The control group, calopo, kudzu and stylosanthes showed the greatest amount of carbon from light organic matter. In the second experiment it was observed that after dry time, beginning the restoration, kudzu tropical, perennial soybean and forage peanut, showed considerable potential for dry matter accumulation in shoots. After cutting, forage peanut and calopo had a great recoverage, mainly through germination, provided by the seed bank in the soil and also in the case of forage peanut re-growth. The kudzu and perennial soybean promoted lower re-infestation of weeds. Calopo and the forage peanut were better in providing lower soil temperature and all leguminous plants promoted a greater retention of soil humidity, except for stylosanthes, when compared to control group. The okra grown on soybeans and tropical kudzu presented higher heights. Green manure with perennial soybean, Kudzu and

stylosanthes increased the number and the productivity of okra by harvest, by the sum of harvests, and by class.

Keywords: Living coverage. Cover crops. Soil management.

LISTA DE TABELAS

ARTIGO CIENTÍFICO I

1- Número de indivíduos e produção de massa seca, por m^2 das principais espécies de plantas espontâneas presentes em cada cobertura, aos 325 e 355 dias após a semeadura. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga-MG, 2009/2010..... 24

2- Temperatura (°C) do solo cultivado com leguminosas em dois momentos do dia, medidas em três profundidades, aos 355, 375 e 440 dias após semeadura. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga-MG, 2009/2010..... 27

3- Volume de água na camada de 0 a 5cm do solo, em quatro épocas, para as diferentes leguminosas. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga-MG, 2009/2010..... 29

4- Massa seca (MS) e acúmulo de macronutrientes, pelo material senescente das leguminosas, durante o período de avaliação. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga-MG, 2009/2010..... 31

5- Acúmulo total de massa seca (MS) e de macronutrientes no material senescente das leguminosas, depositado no solo entre 265 a 440 dias após a semeadura. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga-MG, 2009/2010..... 33

6- Teores de macronutrientes do material senescente das leguminosas, depositado durante o período de avaliação. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga-MG, 2009/2010..... 34

7- Resultados da análise química dos solos cultivados com diferentes leguminosas, nas camadas de 0 a 5cm, 5 a 10cm e 10 a 20cm do solo (690 dias após a semeadura). UFVJM/EFA Jacaré, Itinga-MG, 2009/2010..... 38

8- Resultados da análise química dos solos cultivados com diferentes leguminosas, nas camadas de 0 a 5cm, 5 a 10cm e 10 a 20cm do solo e do carbono da matéria orgânica leve (CMOl) na camada de 0-5cm do solo (690 dias após a semeadura). UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2009/2010..... 39

ARTIGO CIENTÍFICO II

1- Resultados da análise química dos solos cultivados com diferentes leguminosas, nas camadas de 0 a 5 cm, 5 a 10 cm e 10 a 20 cm do solo (690 dias após a semeadura). UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2010/2011..... 56

2- Acúmulo de massa seca (MS) e estimativa de macronutrientes da parte aérea das leguminosas no momento da roçada, e taxa de cobertura verde do solo (CVS) aos 110 dias após o corte. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2010/2011……... 59

3- Temperatura e umidade volumétrica do solo em cultivo de quiabeiro consorciado com diferentes leguminosas, em diferentes épocas. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2010/2011…… 62

4- Altura do quiabeiro cultivado em consórcio com diferentes leguminosas, em diferentes épocas. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga/MG, 2010/2011…….. 65

5- Peso médio, número de frutos, e produtividade do quiabeiro cultivado em consórcio com diferentes leguminosas. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga/MG, 2010/2011..... 69

6- Produtividade por classe de quiabeiro cultivado em consórcio com diferentes leguminosas. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga/MG, 2010/2011..... 70

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

ARTIGO CIENTÍFICO I

Figura 1- Médias mensais de precipitação (mm), temperatura máxima e mínima (°C), observadas no período de agosto de 2009 a fevereiro de 2010, em Itaobim-MG. Fonte: INMET, 2011..... 17

Figura 2- Cobertura do solo por leguminosas herbáceas perenes, após período de seca, no médio vale do Jequitinhonha. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga-MG, 2009/2010..... 20

Figura 3- Produção de massa seca total das plantas espontâneas aos 325 e 355 dias após a semeadura, nas áreas cultivadas com diferentes leguminosas herbáceas perenes. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga-MG, 2009/2010..... 22

ARTIGO CIENTÍFICO II

Figura 1- Médias mensais de precipitação(mm), temperatura máxima e mínima(°C), observadas no período de setembro de 2010 a maio de 2011, em Itaobim-MG. Fonte: INMET, 2011..... 55

Figura 2- Produção de massa seca da parte aérea de plantas espontâneas em cultivo de quiabeiro consorciado com diferentes leguminosas, aos 20, 50 e 110 dias após a semeadura do quiabeiro (DASq). UFVJM/EFA Jacaré, Itinga-MG, 2010/2011..... 60

Figura 3- Número de frutos/colheita em cultivo de quiabeiro cultivado em consórcio com diferentes leguminosas. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga-MG, 2010/2011……... 67

Figura 4- Produtividade de quiabeiro cultivado em consórcio com diferentes leguminosas. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga-MG, 2010/2011..... 68

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO……. 01
2 REFERENCIAL TEÓRICO …… 04
2.1 Importância da adubação verde para a Caatinga do Vale do Jequitinhonha..... 04
2.2 Adubação verde com leguminosas herbáceas perenes..... 05
2.3 Consórcio de leguminosas herbáceas perenes com culturas anuais e hortaliças..... 06
REFERÊNCIAS……..... 08

ARTIGO CIENTIFICO I
INTRODUÇÃO..... 15
MATERIAL E MÉTODOS..... 16
RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 19
CONCLUSÃO..... 42
REFERÊNCIAS 43

ARTIGO CIENTIFICO II
INTRODUÇÃO..... 53
MATERIAL E MÉTODOS..... 55
RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 58
CONCLUSÃO..... 71
REFERÊNCIAS 71

CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 77
ANEXO..... 79

1 INTRODUÇÃO

A região do Vale do Jequitinhonha localiza-se no nordeste do estado de Minas Gerais, sudeste brasileiro, e pode, grosso modo, ser dividida em duas zonas bem diferentes. A região abaixo da foz do rio Araçuaí é marcada pela grande propriedade rural dedicada à pecuária bovina extensiva; isso não quer dizer ausência de agricultores familiares, apenas que eles são grupos mais subordinados, que enfrentam cotidianamente a cultura fazendeira na medida em que constroem seus espaços de reivindicação e atuação. Acima da foz do rio Araçuaí, a região é caracterizada por extensões de terras planas – as chapadas, apropriadas por empresas – contrastando com suas vertentes – as grotas – marcadas pelos terrenos de agricultores familiares (RIBEIRO, 2007).

Recentemente, o Vale do Jequitinhonha foi dividido em três territórios: Alto Vale do Jequitinhonha, com predominância do bioma cerrado, onde também se encontram campos de altitude; Médio Vale do Jequitinhonha, com predominância da caatinga (semiárido mineiro); e Baixo Vale do Jequitinhonha, com predominância do bioma mata atlântica.

Desde os anos 70, o Vale do Jequitinhonha é considerado como região rural estagnada, por conta de seus indicadores socioeconômicos ficarem muito abaixo das médias mineira e brasileira. No entanto, regimes agrários, normas de uso e técnicas produtivas que estão entranhados nas práticas cotidianas das comunidades rurais locais muitas vezes não são percebidos por mediadores como extensionistas, educadores, pesquisadores e agentes de desenvolvimento que chegam à região (RIBEIRO, 2007). Segundo o autor, essas famílias de lavradores produzem alimentos para consumo, venda, trocas cerimoniais e comunitárias, mas não produzem exclusivamente para comércio e, por isso, os indicadores de renda da região sempre estão entre os mais baixos do país.

Outro fator ligado à atividade agropecuária do Vale que carece de atenção diz respeito ao estoque de terras disponíveis para a lavoura. A disposição do recurso fertilidade representa para as famílias de agricultores dessa região um problema fundamental, pois as roças são feitas em sua maioria nas “terras de cultura” (grotas), que estão escassas. Uma alternativa seria a “roça de toco” ou “de coivara”, sistema utilizado pelos agricultores dessa região que combina principalmente, duas técnicas: a recomposição da fertilidade da terra por meio de rotação de terrenos e a brotação natural da vegetação. Porém, como a roça de coivara repõe a fertilidade da terra através do pousio, cada família precisa, para que esse sistema funcione, de um terreno de “cultura” muito maior do que sua lavoura porque enquanto uma área está produzindo, outras estão “descansando” (GALIZONI, 2007). Desse modo, os agricultores

familiares trabalham em lavouras, em sua maioria para subsistência, utilizando-se da abundância de recursos naturais, mas que podem se exaurir ao longo do tempo, se não manejados adequadamente.

Nesse contexto, trabalhar as atividades agropecuárias com base agroecológica torna-se uma necessidade nessa região. Algumas experiências de base agroecológica difundidas no Vale do Jequitinhonha são práticas que podem inovar na tradição, pois partem da sistemática de policultura da lavoura de coivara tradicional incorporando os fundamentos da Agroecologia, eliminando o fogo e o "descanso" dos terrenos, valorizando o manejo de palhada e aumentando a diversificação da lavoura da família. Esses manejos produzem um notável efeito revitalizador sobre os solos, vegetação e, sobretudo, acendem nas comunidades uma discussão apaixonada sobre ambiente, recursos naturais e, como seria de esperar, sobre os recursos comuns expropriados pelas reflorestadoras e grandes fazendeiros. Então, da lavoura ressurge a política, quando tais experiências abrem canais de expressão para as comunidades rurais que passam a valorizar seu patrimônio histórico e técnico, a fortalecer sua identidade cultural, e a demandar novos programas adaptados às características regionais e associados à sua cultura (RIBEIRO, 2007).

As ações em busca de tecnologias sustentáveis e inovadoras são feitas por Organizações não governamentais (ONGs) e órgãos de assistência técnica e extensão rural, e as universidades são importantes para geração dessas tecnologias, por meio de pesquisas realizadas em parceria com outras instituições e agricultores, visando garantir a continuidade da atividade agropecuária nas áreas cultivadas (TEODORO, 2010). Porém, as ações de pesquisas relacionadas a tecnologias com base ecológica no Vale do Jequitinhonha são de pequeno volume e para as condições do semiárido mineiro são ainda mais restritas.

A geração, adaptação e implementação dessas tecnologias têm acontecido por meio de ações locais, sendo realizadas quase que exclusivamente por organizações do movimento social, destacando-se as Escolas Família Agrícola (EFA). Essas instituições têm como base a gestão pelos agricultores, desempenhando papel fundamental na difusão e construção do conhecimento e tecnologias apropriadas à realidade local e regional.

Como os sistemas produtivos de base agroecológica dependem da contínua construção coletiva de conhecimento e diante de sua complexidade e particularidade e do papel que as EFA exercem para a Agricultura Familiar de Minas Gerais, sobretudo no Vale do Jequitinhonha, a Associação Mineira das Escolas Família Agrícola (AMEFA), instituição que congrega as EFA em nível estadual, e a UFVJM iniciaram uma parceria da qual se originou um projeto de cunho pedagógico, responsável pelo processo de construção coletiva de

conhecimento com a cultura regional. Com o desencadear desse processo, surgiu a demanda pela geração de conhecimentos tendo como tema gerador o manejo de fontes alternativas de incorporação de matéria orgânica nos sistemas produtivos familiares, visando, através da realização de experiências com técnicas agroecológicas, a criação, adaptação e difusão dos conhecimentos sobre práticas agrícolas que promovam a longevidade dos recursos naturais e a capacidade produtiva das áreas.

A partir de então, foram realizadas algumas experiências como as relatadas por Massad (2010) e Teodoro (2010) e as deste trabalho que trata do restabelecimento de leguminosas herbáceas perenes após período de estiagem e do seu manejo para o sistema de consórcio com a cultura do quiabeiro.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância da adubação verde para a Caatinga do Vale do Jequitinhonha

O médio vale do Jequitinhonha apresenta condições climáticas adversas, tendendo para a semiaridez, com precipitações anuais abaixo de 1.000 mm, atingindo 700 mm nos municípios de Itinga e Itaobim, demandando estratégias de convivência com essas condições (OLIVEIRA *et al*., 2002). Vários diagnósticos convergem ao apontar as restrições hídricas e as secas periódicas como agentes relevantes para o baixo desempenho da agropecuária na bacia, que ainda responde por 30% do PIB regional, visto que tais fatores, somados à carência de investimentos públicos e privados, contribuem para que ocorra migração sazonal de população (IBGE, 1997). No entanto, regimes agrários, normas de uso e técnicas produtivas que estão entranhados nas práticas cotidianas das comunidades rurais locais muitas das vezes não são percebidos, uma vez que essas famílias de lavradores produzem alimentos para consumo, venda, trocas cerimoniais e comunitárias, mas não produzem exclusivamente para comércio e, por isso, os indicadores de renda da região sempre estão situados entre os mais baixos do país (RIBEIRO, 2007).

Com a grande propriedade rural dedicada à pecuária bovina extensiva (baixo Jequitinhonha) e com a chegada de empresas reflorestadoras (alto Jequitinhonha) na região e, consequentemente, com a ocupação de grande parte das terras, o acesso dos agricultores familiares ficou restrito somente às grotas, aumentando a pressão sobre essas terras. Esse fato, somado à técnica de agricultura tradicional, caracterizada pela queima de restos culturais com três capinas do solo por cultivo, às características pedogenéticas e ao relevo declivoso, levou a um intenso desgaste do solo, tornando-o, em muitos casos, inapto ao cultivo tradicional. Nessas áreas, formou-se sobre o solo uma camada extremamente compactada de baixa permeabilidade, desprovida de cobertura vegetal, a qual os agricultores denominaram “peladores” (RIBEIRO e GALIZONI , 2000).

Os solos agrícolas nessas regiões tropicais, por estarem expostos aos fenômenos climáticos, térmicos e hídricos, necessitam de proteção contínua. A movimentação e exposição direta resultam no aumento da evaporação, perda de partículas e nutrientes, redução dos teores de matéria orgânica e destruição da estrutura original, com consequências sobre a produtividade agrícola (PERIN *et al*., 1998). Esses malefícios podem ser atenuados através da proteção contínua do solo, alcançada através da cobertura, viva ou morta, proporcionada principalmente por leguminosas herbáceas perenes utilizadas na adubação verde. Tal técnica é particularmente importante nas pequenas unidades de produção, visto que o cultivo de plantas

para tal fim confere ao agricultor certa autonomia em relação à disponibilidade de matéria orgânica, além de ampliar o uso da biodiversidade funcional dentro da propriedade (GUERRA *et al*., 2007).

O uso de leguminosas como plantas de cobertura do solo revela-se uma estratégia importante para proporcionar sustentabilidade aos agroecossistemas, tendo em vista os benefícios proporcionados ao solo e às culturas. A introdução de plantas dessa família pode proporcionar benefícios como melhoria das características físicas, entre elas, agregação e incremento do carbono orgânico, aporte de biomassa às áreas cultivadas, reciclagem de nutrientes, fornecimento de N através da fixação biológica, manutenção da umidade do solo, diminuição das temperaturas máximas e da amplitude térmica, proteção permanente contra os principais agentes causadores da degradação dos solos e controle de plantas espontâneas (PERIN *et al*., 2000; PERIN *et al*., 2002a; PRIMAVESI, 2002; ESPÍNDOLA *et al*., 2005; DUARTE JÚNIOR & COELHO, 2008; FURLANI *et al*., 2008; TEODORO *et al*., 2011).

A capacidade das espécies perenes de rebrotar permite que as plantas sejam manejadas com roçadas anuais e, assim, compensem, ao longo do tempo, a menor produtividade e capacidade inicial de estocar nutrientes, quando comparada com as espécies anuais, além de dispensar a aquisição de novas sementes (GUERRA *et al*., 1997). Dessa forma, o uso dessas espécies torna-se particularmente interessante como planta de cobertura permanente em áreas de hortaliças, em pomares, em áreas degradadas e para alimentação animal (OLIVEIRA, 2004; ESPÍNDOLA *et al*., 2006).

2.2 Adubação verde com leguminosas herbáceas perenes

Neste estudo, as avaliações iniciais do primeiro ciclo de produção das leguminosas, na mesma área, foram realizadas por Teodoro (2010) durante o período chuvoso e início do período seco. Foi observado que as espécies calopogônio, amendoim forrageiro e cudzu tropical destacaram-se na cobertura do solo em relação às demais, qualificando-as como as alternativas mais viáveis para proteção do solo na condição analisada. Todas as leguminosas promoveram mudanças na composição das espécies de plantas espontâneas ao longo do tempo, com destaque para o calopogônio, na capacidade de inibição da vegetação espontânea nos primeiros 90 dias.

De acordo com os dados de Teodoro *et al*. (2011), obtidos na mesma área do presente estudo, todas as leguminosas, a partir dos 120 dias, proporcionaram menor temperatura do solo em relação ao controle (solo descoberto). O calopogônio destacou-se entre as leguminosas com maior capacidade de retenção da umidade do solo. Foi destacado que o uso

de calopogônio e cudzu tropical pode contribuir significativamente para o incremento de N e para a ciclagem dos macronutrientes, além do aumento da matéria orgânica sobre o solo, por meio do material senescente e da parte aérea acumulada por elas.

Trabalhos com leguminosas herbáceas perenes com potencial de utilização como cobertura viva permanente de solo em pomares têm sido realizados com bastante frequencia. Foi constatada a contribuição trazida pelo consórcio entre bananeira, cultivar Nanicão e algumas leguminosas herbáceas perenes, verificando que amendoim forrageiro, cudzu tropical e siratro possibilitaram aumento na produtividade dessa cultura durante o primeiro ciclo de produção, em comparação com as bananeiras consorciadas com plantas espontâneas (ESPÍNDOLA *et al*., 2006). Durante o segundo ciclo de produção, houve uma queda na produtividade da bananeira consorciada com amendoim forrageiro, enquanto as demais leguminosas mantiveram valores próximos aos observados no primeiro ciclo (PERIN *et al*., 2002b). Os autores relacionaram o efeito depressivo causado pelo amendoim forrageiro com a competição por água.

No entanto, no consórcio de leguminosas perenes em pomar cítrico foi observado que o amendoim forrageiro destacou-se das demais leguminosas avaliadas em relação à velocidade de cobertura do solo, produção inicial de massa verde e seca, não agressividade ao citrus, melhor aceitação por produtores e técnicos e boa permanência na área (DALCOMO *et al*., 1999). Como segundas opções para cobertura de solo aparecem a soja perene e o cudzu tropical, com destaque para a segunda, por maior redução de massa seca de plantas espontâneas.

2.3 Consórcio de leguminosas herbáceas perenes com culturas anuais e hortaliças

Pesquisas demonstram a possibilidade de resolver problemas ambientais associados à prática da agricultura convencional, como o uso de agroquímicos e revolvimento de solo, com a semeadura de culturas sobre cobertura viva (OLIVEIRA *et al*., 2006). No entanto, o crescimento da planta e a produtividade podem ser reduzidos nesse sistema de consórcio, provavelmente em virtude da competição por água e nutrientes no sistema radicular da planta associada, conforme constatado na cultura do milho por Liedgens *et al*. (2004a, 2004b). Isso não foi evidenciado no plantio direto de alface e feijão vagem sobre coberturas vivas de amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) e grama batatais (*Paspalum notatum*), mostrando que tal prática pode substituir o cultivo dessas hortaliças em canteiros, favorecendo maior proteção do solo sem causar prejuízos em termos de produtividade, comparáveis às da verificada no sistema controle, em solo mobilizado sem cobertura viva (OLIVEIRA, 2004).

Segundo o autor, o uso adequado da irrigação, bem como o de doses adequadas de adubos orgânicos, pode ser parte da explicação, além de eventual adequação dos sistemas radiculares das plantas envolvidas.

Santos *et al*. (2004) observaram que a consorciação de pimenta com as leguminosas perenes calopogônio (*Calopogonium mucunoides*) e cudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*), cortadas aos 110 dias após a semeadura, resultou em produtividades similares às obtidas com a aplicação de 120 e 240 kg ha^{-1} de nitrogênio.

Foi observado que o sistema de plantio com palhada de plantas espontâneas foi mais eficiente, por proporcionar produtividade de alface superior e com menor exigência em adubação orgânica, quando comparado com o sistema de plantio direto em cobertura viva de amendoim forrageiro e plantio convencional (canteiro e solo descoberto), que não diferiram entre si e foram superiores ao plantio direto em cobertura viva de vegetação espontânea. Porém, avaliando o efeito residual de adubações anteriores ao plantio da alface, os sistemas de plantio direto em coberturas vivas resultaram em menor produtividade de alface quando comparado ao plantio convencional e plantio sobre palhada de vegetação espontânea (FERREIRA *et al*., 2009).

Já na avaliação de plantio direto orgânico de cebolinha sobre cobertura viva e morta e adubada com composto foi observado que o sistema de plantio com palhada de vegetação espontânea foi mais eficiente, por proporcionar produtividade de cebolinha maior e com menor exigência em adubação orgânica (ARAÚJO NETO *et al*., 2009). O sistema de plantio direto em cobertura viva de vegetação espontânea e amendoim forrageiro e plantio convencional (canteiro e solo descoberto) não diferiram entre si.

Nesse sentido, a identificação e adequação de leguminosas perenes, a fim de utilizá-las como coberturas vivas associadas às culturas econômicas de ciclo perene, e principalmente culturas de ciclo anual como as hortaliças, é ainda um desafio (PERIN, 2001).

REFERÊNCIAS

ARAÚJO NETO, S. E.; FERREIRA, R.L.F.; GALVÃO, R.O.; NEGREIROS, J.R.S.; PARMEJIANI, R.S. Plantio direto orgânico de cebolinha sobre cobertura viva e morta e adubada com composto. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 270-273, 2009.

DALCOMO, J.M.; ALMEIDA, D.L.; GUERRA, J.G.M. **Avaliação de leguminosas perenes para cobertura de solo em pomar cítrico no município de Jerônimo Monteiro, ES**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 1999. 8 p. (Embrapa Agrobiologia. 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. **Revista Bragantia**, Campinas, v.67, n.3, p.723-732, 2008.

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, 2005.

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.

FERREIRA, R.L.F.; GALVÃO, R.O.; ARAÚJO NETO, S. E.; NEGREIROS, J.R.S.; PARMEJIANI, R.S. Plantio direto orgânico de alface sobre cobertura viva e morta e adubada com composto. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2**,** p. 84-88, 2009.

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.

GALIZONI, F. M. A terra em movimento. In: RIBEIRO, E. M. (org.) **Feiras do Jequitinhonha: mercados, cultura e trabalho de famílias rurais no semi-árido de Minas Gerais**. Fortaleza: BNB/UFLA, p. 29-46. 2007.

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. 39 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 20).

GUERRA, J.G.M; TEIXEIRA, M. G. **Avaliação inicial de algumas leguminosas herbáceas perenes para utilização como cobertura viva de solo**. Seropédica: Embrapa-CNPAB, 1997. 7p. (Embrapa-CNPAB. Comunicado Técnico, 16).

IBGE - FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Diagnóstico ambiental da bacia do Rio Jequitinhonha: diretrizes gerais para a ordenação territorial**. Salvador, 64p., 1997.

LIEDGENS, M.; FROSSARD, E.; RICHNER, W. Interactions of maize and Italian ryegrass in a living mulch system. 2. Nitrogen and water dynamics. **Plant and Soil**, v.259, p.243-258, 2004a.

LIEDGENS, M.; SOLDATI, A.; STAMP, P. Interactions of maize and Italian ryegrass in a living mulch system. 1. Shoot growth and rooting patterns. **Plant and Soil**, v.262, p.191-203, 2004b.

MASSAD, M.D. **Sistemas de pré-cultivo com Crotalaria na cultura do milho, no médio Vale do Jequitinhonha**, MG. 2010. 34 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Departamento de Agronomia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina/MG, 2010.

OLIVEIRA, F.R.; DUARTE, U.; MENEGASSE, L.N. Levantamento hidrológico da área de Araçuaí no médio vale do Jequitinhonha-MG. **Revista Águas Subterrâneas**, n.16, p. 39-56, 2002.

OLIVEIRA, N. G. de. **Plantio direto de alface e feijão vagem sobre coberturas vivas perenes de gramínea e leguminosa sob manejo orgânico**. 2004. 107 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica/RJ. 2004.

OLIVEIRA, N.G.; DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D.L.; GUERRA, J.G.M. Feijão-vagem semeado sobre cobertura viva perene de gramínea e leguminosa e em solo mobilizado, com adubação orgânica. **Pesq. agropec. bras**., Brasília, v.41, n.9, p.1361-1367, set. 2006.

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.; 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 produção de bananeiras cultivar Nanicão**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2002b. 6 p. (Embrapa Agrobiologia. Comunicado Técnico, 53).

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.; TEIXEIRA, M. G.; GUERRA, J. G. M. **Avaliação inicial de algumas leguminosas herbáceas perenes para utilização como cobertura viva permanente de solo. II. Amendoim forrageiro, Galáxia e Centrosema**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, dez. 1998. 6p. (Embrapa CNPAB. Comunicado Técnico, 28).

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

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

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

RIBEIRO, E.; GALIZONI, F. **Sistemas agrários, recursos naturais e migrações no alto Jequitinhonha**. In: TORRES, H. & COSTA, H. População e meio ambiente. São Paulo, SENAC, 2000. 351p.

SANTOS, I.C. dos; MENDES, F.F.; LIMA, J.S.; VENZON, M.; PINTO, C.M.F.; SALGADO, L.T. Desenvolvimento de plantas de pimenta Malagueta e produção de frutos em cultivo intercalar com adubos verdes anuais e perenes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, 227, suplemento 2. CD-ROM. 2004.

TEODORO, R. B. **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.

TEODORO, R.B.; OLIVEIRA, F.L.; SILVA, D.M.N.; FÁVERO, C.; QUARESMA, M.A.L. Leguminosas herbáceas perenes para utilização como coberturas permanentes de solo na Caatinga Mineira. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p.292-300, 2011.

ARTIGO CIENTÍFICO I

LEGUMINOSAS HERBÁCEAS PERENES COMO ADUBAÇÃO VERDE NO MÉDIO JEQUITINHONHA, APÓS A ESTAÇÃO SECA

RESUMO

Os solos agrícolas nas regiões tropicais, por estarem expostos aos fenômenos climáticos, térmicos e hídricos, necessitam de proteção contínua. Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o comportamento e as potencialidades de leguminosas herbáceas perenes, em recuperação, após período de seca, para uso como adubação verde 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, 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 plantas espontâneas (controle), com quatro repetições. As características avaliadas foram a taxa de cobertura do solo; a promoção da retenção de sua umidade e conservação de sua temperatura; a capacidade de inibição sobre as plantas espontâneas; o potencial de deposição de folhas e a ciclagem de macronutrientes, através da senescência de folhas. O cudzu tropical e a soja perene restabeleceram-se na área, influenciados mais pela rebrota do que pelo ressemeio; o amendoim forrageiro e o estilosantes restabeleceram-se pelos dois métodos propagativos citados; e o calopogônio se restabeleceu praticamente por ressemeio. No entanto, cudzu tropical mostrou ser a melhor opção para a proteção do solo. Nos cultivos de cudzu tropical e de soja perene ocorreram menores produções de massa seca de plantas espontâneas; nos cultivos de cudzu tropical e de amendoim forrageiro, menores temperaturas do solo; e no cultivo de calopogônio, maior capacidade de retenção de umidade no solo. Foram observadas maiores contribuições do calopogônio no aporte de matéria orgânica e N, e na ciclagem dos macronutrientes, por meio do material vegetal senescente, sendo seus teores de macronutrientes menores na fase reprodutiva, fato observado em todas as leguminosas. Foram observados maiores teores de P, K, Mg, SB, pH e MO na camada de 0 a 5 cm do solo. Nas camadas de 0 a 5 cm, 5 a 10 cm e 10 a 20 cm foram observados maiores teores de K, Mg, SB, H+Al e T nos solos cultivados com calopogônio, cudzu tropical e soja perene, com o solo sob

plantas espontâneas também se destacando para o teor de K. Nas camadas de 0 a 5 cm, 5 a 10 cm e 10 a 20 cm, foram observados menores valores de pH no solo cultivado com cudzu tropical. Nos cultivos de amendoim forrageiro, calopogônio e soja perene foram observados maiores teores de P na camada de 10 a 20 cm do solo. O solo cultivado com calopogônio apresentou os maiores teores de MO nas camadas de 0 a 5 cm, 5 a 10 cm e 10 a 20 cm. Já nos solos cultivados com calopogônio, cudzu tropical, estilosantes e sob plantas espontâneas foram observados os maiores teores de carbono da matéria orgânica leve.

Palavras-chave: Adubos verdes. Plantas de cobertura. Manejo do solo. Sustentabilidade. Ciclagem de nutrientes.

ABSTRACT

PERENNIAL HERBACEOUS LEGUMES AS GREEN MANURE IN THE MÉDIO JEQUITINHONHA VALEY, AFTER DRY TIME

Soils on tropical areas are severely punished by climatic, thermal and hydric conditions. That is why they need continuous protection. This study was performed aiming to evaluate the behavior and potentialities of perennial herbaceous leguminous, in recovering process after dry time, in order to be used as green manure in caatinga mineira, médio vale do Jequitinhonha/MG. The experiment was installed in December 4th, 2008, at experimental area of Escola Família Agrícola de Jacaré – EFAJ, in Itinga/MG. The leguminous tropical Kudzu (Pueraria phaseoloides), calopo (Calopogonium mucunoides), forage peanut (Arachis pintoi), perennial soybean (Glycine wightii), stylosanthes (Stylosanthes capitata, Stylosanthes macrocephala) and weed (control), were arranged in a randomized block design, with four replicates. Features evaluated were: soil coverage rate, promotion of humidity retention and conservation of soil temperature, inhibition capacity on spontaneous vegetation, potential of leaves deposition and macronutrients cycling through leaves senescence. Trpical Kudzu and perennial soybean were re-established influenced more by re-growth than by re-seeding. Forage peanut and stylosanthes were re-established by the two methods mentioned, while calopo was by re-seeding. However, tropical Kudzu seemed to be the best option to protect soil. On kudzu and perennial soybean crops weed dry matter production was smaller; on tropical kudzu and forage peanut smaller soil temperature and on calopo higher capacity of retaining soil humidity. Calopo contributed more to organic matter and N, and to macronutrient cycling, through senescent vegetal material. Its macronutrient content was smaller during reproductive stage, as for all leguminous observed. Higher P, K, Mg, SB, pH and MO contents were observed from 0 to 5 cm deep on soil. On layers from 0 to 5 cm, 5 to 10 cm and 10 to 20 cm higher contents of K, Mg, SB, H+Al and T were observed in soils cultivated with calopo, tropical kudzu and perennial soybean. Soil under weeds stood out also to K content. From 0 to 5 cm, 5 to 10 cm and 10 to 20 cm, smaller pH values were observed to soil cultivated with kudzu. To soil cultivated with forage peanut, calopo and perennial soybean there was higher P content from 10 to 20 cm deep. Under calopo, it was observed higher MO content from 0 to 5 cm, 5 to 10 cm and 10 to 20 cm. Soils cultivated with calopo, kudzu and stylosanthes, under weed presented higher content of carbon from light organic matter.

Keywords: Green manure. Cover plants. Soil management. Sustainability. Nutrient cycling.

INTRODUÇÃO

O médio vale do Jequitinhonha apresenta condições climáticas adversas, tendendo para a semiaridez, com precipitações anuais abaixo de 1.000 mm, atingindo 700 mm nos municípios de Itinga e Itaobim, demandando estratégias de convivência com essas condições (OLIVEIRA *et al*., 2002).

Os solos agrícolas nas regiões tropicais, por estarem expostos aos fenômenos climáticos, térmicos e hídricos, necessitam de proteção contínua, uma vez que a movimentação e a exposição direta resultam no aumento da evaporação, perda de partículas e nutrientes, redução dos teores de matéria orgânica e destruição da estrutura original do solo, com consequências sobre a produtividade agrícola. Esses malefícios podem ser atenuados através da proteção contínua do solo, alcançada através da cobertura, viva ou morta, proporcionada principalmente por leguminosas herbáceas perenes utilizadas na adubação verde. Tal técnica é particularmente importante nas pequenas unidades de produção, visto que o cultivo de plantas para tal fim confere ao agricultor certa autonomia em relação à disponibilidade de matéria orgânica, além de ampliar o uso da biodiversidade funcional dentro da propriedade (GUERRA *et al*., 2007).

O uso de leguminosas como plantas de cobertura do solo revela-se uma estratégia importante para proporcionar sustentabilidade aos agroecossistemas, tendo em vista os benefícios proporcionados ao solo e às culturas. A introdução de plantas dessa família pode proporcionar benefícios como melhoria das características físicas, entre elas, agregação e incremento do carbono orgânico, aporte de biomassa às áreas cultivadas, reciclagem de nutrientes, fornecimento de N através da fixação biológica, manutenção da umidade do solo, diminuição das temperaturas máximas e da amplitude térmica, proteção permanente contra os principais agentes causadores da degradação dos solos e controle de plantas espontâneas (PERIN *et al*., 2002; ESPÍNDOLA *et al*., 2005a; DUARTE JÚNIOR & COELHO, 2008; TEODORO *et al*, 2011a, 2011b; PERIN *et al*., 2000a; FURLANI *et al*., 2008; TEODORO *et al*., 2011a; PRIMAVESI, 2002).

A capacidade de restabelecimento das espécies perenes, via rebrota e ressemeio, permite que as plantas sejam manejadas com roçadas anuais e, assim, compensem, ao longo do tempo, a menor produtividade e capacidade inicial de estocar nutrientes, quando comparada com as espécies anuais, além de dispensar a aquisição de novas sementes (GUERRA *et al*., 1997). Dessa forma, o uso dessas espécies torna-se particularmente interessante como planta de cobertura permanente em áreas de hortaliças, em pomares, em

áreas degradadas e para alimentação animal (OLIVEIRA, 2004; ESPÍNDOLA *et al*., 2006a, 2006b).

A identificação e adequação de leguminosas perenes, a fim de utilizá-las como coberturas vivas associadas às culturas econômicas de ciclo anual ou perene, é ainda um desafio (PERIN *et al*., 2004), pois demanda o conhecimento sobre seu comportamento em todos os períodos do ano, não só durante, como também após o período de estiagem, percebendo também a capacidade de recuperação e os benefícios que elas promovem. As pesquisas sobre o comportamento dessas espécies nas condições do semiárido mineiro são bastante incipientes, o que de certa forma dificulta a adoção da prática pela maioria dos agricultores familiares da região.

Nesse sentido, objetivou-se avaliar o comportamento e as potencialidades de leguminosas herbáceas perenes, em recuperação, após o período de seca, para uso como adubação verde na região da caatinga mineira, médio vale do Jequitinhonha/MG.

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: 16º28’04” S e 41º59’50” W, 672m de altitude, região do médio vale do Jequitinhonha, caracterizada pela sua tendência para a semiaridez, com precipitações anuais abaixo de 1.000 mm, com grande concentração nos meses de verão (FIG. 1). Geograficamente, a área representa um prolongamento para o sul do semiárido nordestino (OLIVEIRA *et al*., 2002), onde são registradas formações vegetais adaptadas a baixos índices pluviométricos e altas temperaturas, destacando-se a caatinga de porte arbustivo, indicando intervenção antrópica. A Floresta Estacional, de porte mais desenvolvido, intercala-se à caatinga, que desaparece progressivamente enquanto avança para leste, em direção do litoral (IBGE, 1997).

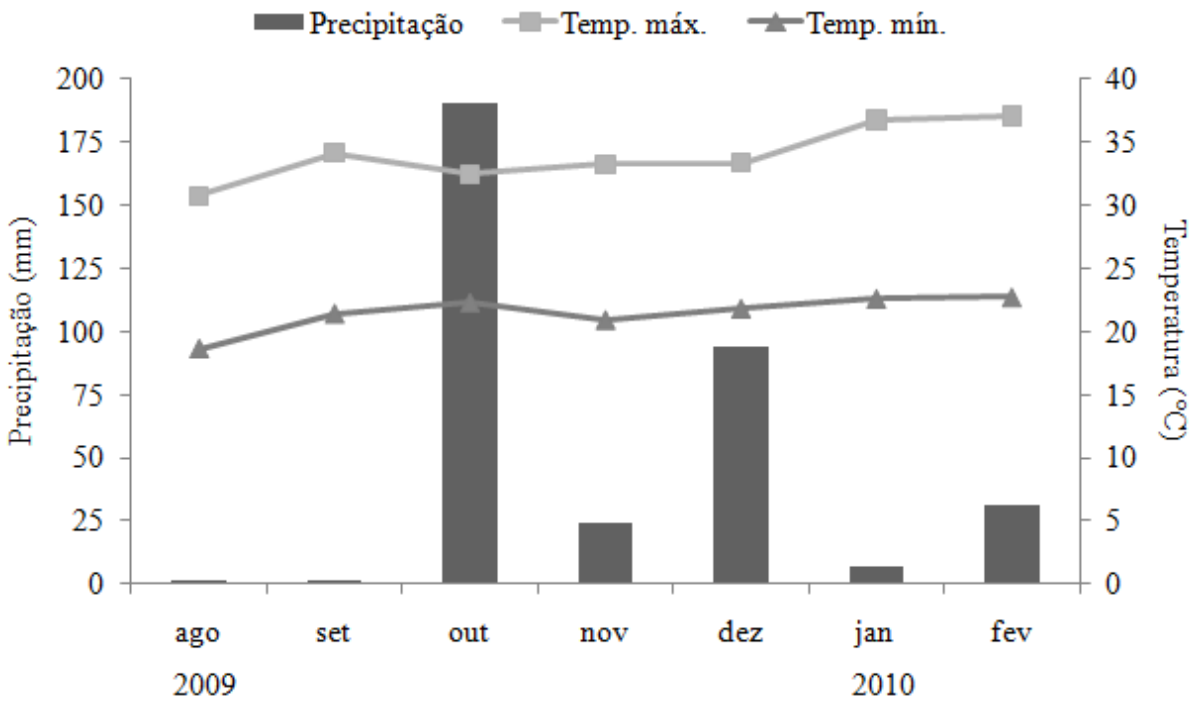

Figura 1- Médias mensais de precipitação (mm), temperatura máxima e mínima (°C), observadas no período de agosto de 2009 a fevereiro de 2010, em Itaobim-MG. Fonte: INMET, 2011.

A área na qual se realizou o experimento encontrava-se em pousio, coberta pela vegetação espontânea, apresentando o solo classificado como Argissolo Amarelo (Embrapa, 1999). Foram retiradas da área amostras de solo (0 a 20 cm), cujas características químicas e granulométricas apresentaram os seguintes valores: pH em água 5,9; 29,3 mg dm^{-3} de P Mehlich 1; 426 mg dm^{-3} de K; 2,8 cmolc dm^{-3} de Ca; 1,8 cmolc dm^{-3} de Mg; 0,2 cmolc dm^{-3} de Al e 63% de saturação por bases; 1,7 dag kg^{-1} de matéria orgânica; 64% de areia, 10% de silte e 26% de argila.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, e os tratamentos constituídos pelas leguminosas: cudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*), calopogônio (*Calopogonium mucunoides*), amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*), soja perene (*Glycine wightii*), estilosantes campo grande (*Stylosanthes capitata e Stylosanthes macrocephala*) e plantas espontâneas (controle), com quatro repetições. A área de cada parcela foi de $9m^2$ (3m x 3m), sendo considerada área útil o m^2 central.

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

Para se conhecer o comportamento e as potencialidades das leguminosas diante das condições edafoclimáticas da região, as avaliações foram realizadas durante e após o período de estiagem. As características avaliadas nas leguminosas foram a taxa de cobertura do solo; a promoção da retenção de umidade e conservação da temperatura do solo; a capacidade de abafamento da vegetação espontânea; o potencial de deposição de folhas e ciclagem de macronutrientes, pela senescência de folhas; e a análise química do solo em diferentes profundidades.

A taxa de cobertura do solo foi observada aos 265 (28/08/2009), 325 (28/10/2009), 355 (26/11/2009), 375 (16/12/2009), 405 (18/01/2010) e 440 (24/02/2010) 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 1 m² 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 observadas nas profundidades de 5, 10 e 15cm, aos 355, 375 e 440 dias após a semeadura. As leituras foram instantâneas, com auxílio de termômetro digital, modelo SoloTerm 1200, que utiliza sonda metálica, realizadas às 9 e às 14h. A umidade volumétrica do solo foi determinada na camada de 0 a 5 cm de profundidade, aos 265, 355, 375 e 405 dias após semeadura. A umidade foi determinada indiretamente pela densidade aparente do solo pelo método padrão de estufa (BERNARDO *et al*., 2006).

A redução de produção de massa seca das plantas espontâneas pelas leguminosas foi observada através de avaliações de composição por espécie, massa seca por espécie e total, das plantas espontâneas, aos 325 e 355 dias após a semeadura. A massa seca foi determinada após secagem em estufa, com ventilação de ar forçada à temperatura de 65 ºC por 72 horas. Após cada avaliação as plantas espontâneas foram capinadas, manualmente e com auxílio de enxada, e deixadas sobre o solo.

O potencial de deposição de folhas no solo e ciclagem de macronutrientes pelas leguminosas foi observado quantificando-se a massa seca senescente depositada sobre o solo e o acúmulo de macronutrientes nessa massa seca, recolhida em quadro fixo de 0,25 m^2 fora da área útil das outras avaliações. A massa seca foi determinada após secagem em estufa, com ventilação de ar forçada à temperatura de 65 ºC por 72 horas. As coletas foram realizadas aos 265, 375, 405 e 440 dias após a semeadura.

Nas análises químicas dos materiais vegetais, o teor de N foi determinado após digestão sulfúrica e destilação em Kjeldahl; os teores de P, K, Ca e Mg foram determinados após digestão nítrico-perclórica, sendo o P determinado em espectrofotômetro, o K por

fotômetro de chama e o Ca e Mg em espectrofotômetro de absorção atômica (EMBRAPA, 1997).

No início da segunda rebrota, após o período seco, aos 690 dias após a semeadura (DAS) das leguminosas, nas camadas de 0 a 5 cm, 5 a 10 cm e 10 a 20 cm foram coletadas amostras de solo, nas quais procedeu-se análise química de rotina, para determinação de pH em água, P, K, Ca, Mg, Al, H+Al e matéria orgânica; assim como a soma de bases (SB), saturação por Al (m), CTC efetiva (t), CTC potencial (T) e saturação por bases (V). O C orgânico foi determinado pelo método colorimétrico e a porcentagem de matéria orgânica estimada, multiplicando-se o teor de C orgânico por 1,724. As determinações químicas foram efetuadas conforme Embrapa (1997).

Na camada de 0 a 5 cm de profundidade do solo foi determinado o carbono da matéria orgânica leve (ANDERSON e INGRAM, 1989), pelo qual amostras de 30g de solo foram acondicionadas em frasco de vidro de 200 ml , juntamente com 100 ml de água destilada. A suspensão foi agitada por 3 horas em agitador horizontal e passada em peneira de 0,210 mm de malha. O material retido na peneira foi acondicionado em bacia de plástico com água de torneira. O material orgânico que flotou na água foi recolhido em cadinho de porcelana e colocado para secar em estufa com circulação de ar a 70 ^{o}C por 12 horas. Em seguida, o material foi calcinado em mufla a 550 ^{o}C por 6 horas, sendo pesado antes e depois da calcinação. O valor de carbono da matéria orgânica leve foi obtido pela diferença entre o peso do cadinho mais o material orgânico antes da calcinação na mufla e o peso do cadinho mais a cinza após a calcinação na mufla.

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.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas diferenças entre as leguminosas quanto à sua forma de restabelecimento. Todas as leguminosas rebrotaram, com exceção do calopogônio que ressemeou, com o nascimento de plantas jovens oriundas de sementes liberadas após a frutificação. Das espécies que rebrotaram, o cudzu tropical se destacou principalmente pela velocidade de recomposição da sua massa vegetativa, enquanto que o calopogônio se destacou pela alta produção de sementes, demonstrando seu potencial de ressemeio das áreas.

Em momento de plena estiagem na região, agosto de 2009 (265 DAS), o calopogônio e o cudzu tropical apresentaram maiores taxas de cobertura do solo (FIG. 2), proporcionadas pela massa senescente. No entanto, o cudzu tropical foi a única leguminosa que apresentou cobertura verde nesse período, em torno de 10 %. Essa maior cobertura pode ser explicada pela maior produção de massa vegetal senescente e verde por essas espécies no ciclo de avaliações anteriores (TEODORO *et al*., 2011), em período de alta pluviosidade. Segundo esses autores, à medida que se manifestou o período da seca na região, as leguminosas responderam 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.

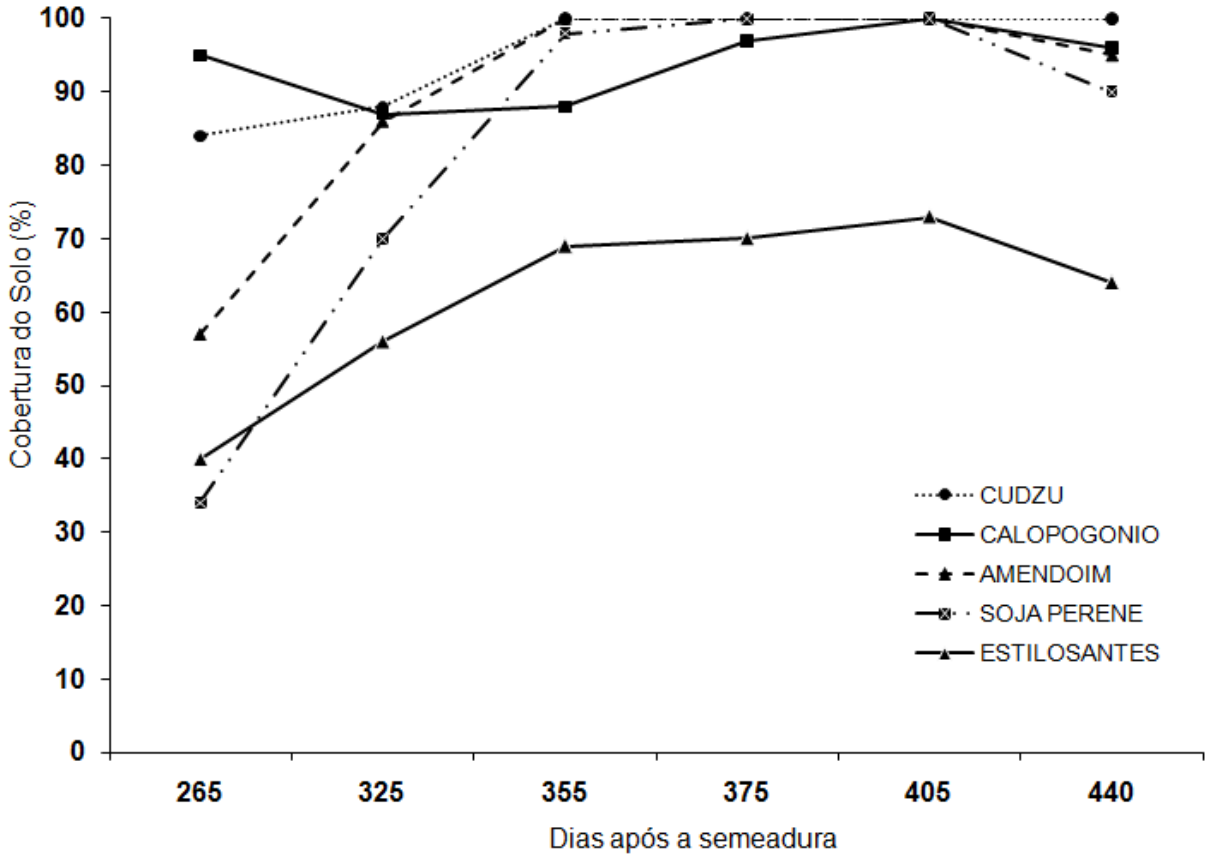

Figura 2- Cobertura do solo por leguminosas herbáceas perenes, após período de seca, no médio vale do Jequitinhonha. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2009/2010.

Em outubro (325 DAS), com o início das chuvas, o calopogônio apresentou menor cobertura do solo em relação a agosto, fato explicado pela decomposição da massa vegetal senescente, anteriormente depositada e pela lenta taxa inicial de cobertura promovida pelo crescimento das plantas jovens, uma vez que ele teve pouca rebrota. O aumento na taxa de cobertura do solo pelo cudzu tropical foi pequeno, pois essa espécie já apresentava uma taxa

de cobertura do solo em torno de 80%, promovida pela massa vegetal senescente (FIG. 2). Para soja perene e amendoim forrageiro, o aumento na taxa de cobertura do solo foi mais evidente em função de que essas espécies sofreram mais com a estiagem, portanto, reduziram a cobertura de solo durante esse período (FIG. 2). Com o início das chuvas, em outubro, essas espécies retomaram o crescimento e voltaram a cobrir o solo alcançando taxas de 100% de cobertura já em novembro, igualando-se ao cudzu tropical.

Já o calopogônio, um pouco mais lento para cobrir totalmente o solo, alcançou os 100% de cobertura em janeiro, aos 405 DAS (FIG. 2). Isso se deve provavelmente à barreira física promovida pela própria massa vegetal senescente que se manteve na área após o período de estiagem, dificultando assim a emergência de plântulas.

O estilosantes apresentou as menores taxas de cobertura do solo (FIG. 2), provavelmente em função de seu hábito de crescimento. Todas as leguminosas estudadas possuem hábito de crescimento volúvel, com exceção do amendoim forrageiro que apresenta hábito rastejante (estolonífero) e estilosantes campo grande, uma mistura de *Stylosanthes capitata* que apresenta hábito de crescimento mais vertical, e *Stylosanthes macrocephala*, que apresenta hábito de crescimento mais horizontal, o que pode ter influenciado em menor taxa de cobertura.

A taxa de cobertura do solo no período compreendido entre os meses de janeiro (405 DAS) a fevereiro (440 DAS) de 2010 foi menor para, praticamente, todas as espécies. Esse fato pode estar relacionado com o momento de escassez de chuva ocorrido nesse período, conhecido como veranico, que pode ter provocado estresse hídrico nas leguminosas, e como consequência, queda na taxa de cobertura do solo, exceto para o cudzu tropical, que manteve 100% de cobertura, o que evidencia sua menor susceptibilidade ao estresse hídrico (FIG. 2).

Cabe ressaltar que a partir de fevereiro de 2010 observou-se o início do período reprodutivo das espécies, pois todas as leguminosas já apresentavam botões florais. Tal comportamento fortalece o potencial das espécies para uso como cobertura viva permanente no ambiente estudado, pois a produção de sementes pode garantir o ressemeio das áreas, representando uma alternativa de manutenção das espécies. De maneira geral, pode-se afirmar que cudzu tropical, calopogônio, amendoim forrageiro e soja perene apresentaram taxa de cobertura do solo satisfatória para a região onde se realizou o estudo, com destaque para o cudzu tropical, podendo refletir na dinâmica e presença de plantas espontâneas, em menores temperaturas e evaporação de água do solo. O aumento da proporção de área coberta reduz a erosão, quando uma cobertura uniforme de 20% do terreno é capaz de reduzir as perdas de

solo em aproximadamente 50%, quando comparada com solo descoberto (AMADO *et al.*, 1987; ALVARENGA *et al.*, 1995).

Em outubro de 2009 (325 DAS), a produção de massa seca total das plantas espontâneas foi maior na área sem leguminosas (controle) e não diferiu entre as áreas com leguminosas (FIG. 3). Aos 355 DAS, percebeu-se menor produção de massa seca de plantas espontâneas nas áreas com cudzu tropical e soja perene, enquanto nas áreas com as demais leguminosas não houve diferença e ocorreram menores produções de massa seca de plantas espontâneas em relação ao controle. Na área cultivada com cudzu tropical não houve produção de massa seca de plantas espontâneas aos 355 DAS, evidenciando seu potencial para manejo dessa vegetação. Somente as áreas com calopogônio e amendoim forrageiro apresentaram maior produção de massa seca de plantas espontâneas aos 355 DAS em relação aos 325 DAS, provavelmente devido à melhoria nos atributos físico-químicos do solo promovida pela senescência de folhas dessas leguminosas, contribuindo para a produção de massa seca de plantas espontâneas e, também, devido ao menor potencial dessas leguminosas em reduzir a produção de massa seca dessa vegetação (FIG. 3).

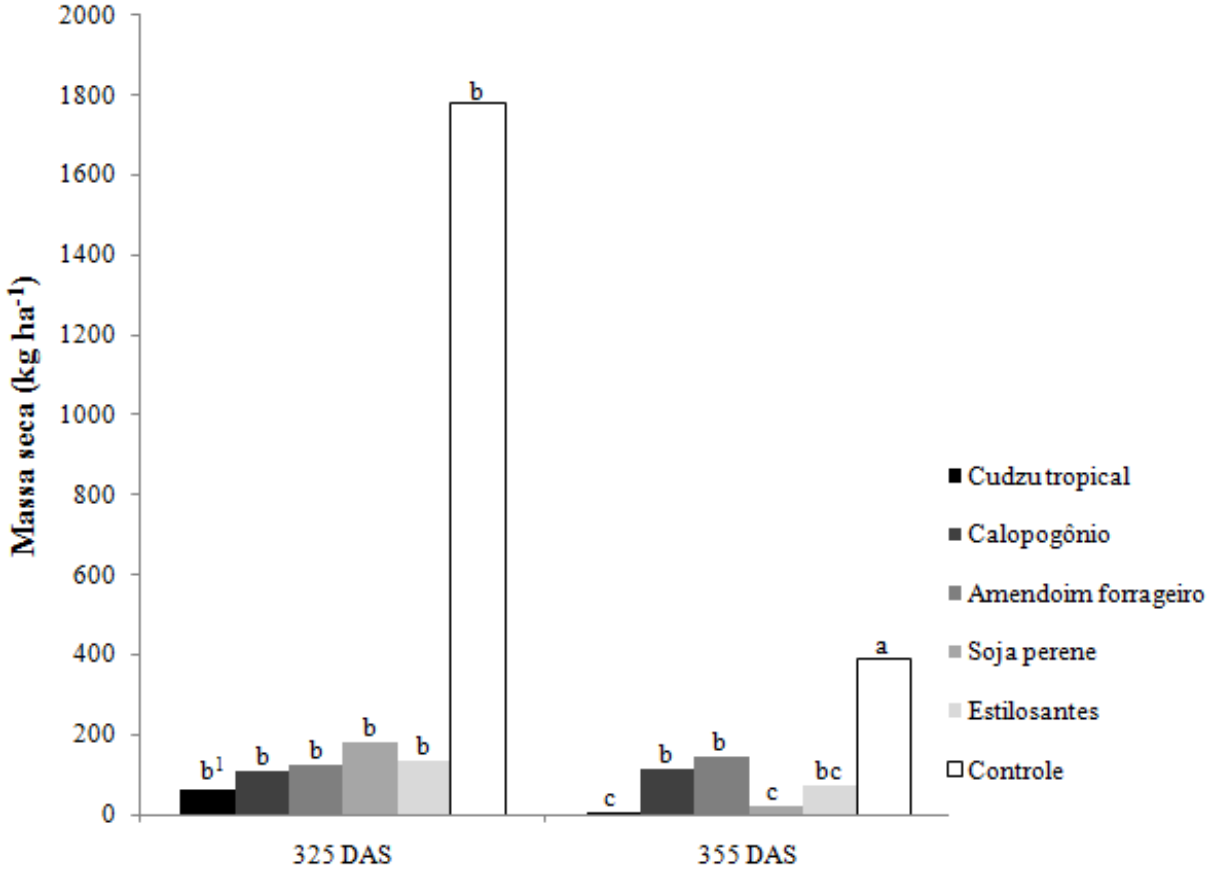

Figura 3- Produção de massa seca total das plantas espontâneas aos 325 e 355 dias após a semeadura, nas áreas cultivadas com diferentes leguminosas herbáceas perenes. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2009/2010.

[1] Valores seguidos de letras iguais, na mesma idade, não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$)

Os resultados de produção de massa seca de plantas espontâneas são reflexos do comportamento das leguminosas perenes, caracterizado por um período de crescimento mais lento nos primeiros dias após a semeadura (TEODORO *et al*., 2011). Tal comportamento parece também acontecer na rebrota dessas leguminosas após o período de estiagem, as quais inicialmente não proporcionaram boa cobertura do solo, o que favorece a presença de plantas espontâneas e, dependendo do sistema de produção do agricultor, demanda atenção com capina dessa vegetação. Porém, passado esse estágio inicial do desenvolvimento, a menor produção de massa seca de plantas espontâneas se pronuncia, o que parece estar diretamente relacionado ao aumento na taxa de cobertura do solo (FIG. 2) e produção de massa vegetal senescente e vegetativa, apresentada pelas leguminosas.

A menor produção de massa seca de plantas espontâneas em áreas cultivadas com adubos verdes pode ocorrer pelas excreções radiculares, pela modificação química e física do solo, pelo sombreamento e pelo extrato lixiviado do material roçado (PRIMAVESI, 2002). Outro efeito importante é a barreira física exercida por adubos verdes durante o período de crescimento vegetativo e a competição por água, luz, oxigênio e nutrientes (FÁVERO *et al*., 2001), por isso a menor produção de massa seca de plantas espontâneas pode ser influenciada tanto pelo próprio aumento de produção de massa seca das leguminosas, durante o ciclo vegetativo, quanto pelo seu potencial de ressemeio ou rebrota. A cobertura do solo pelo amendoim forrageiro é mais rápida em densidades maiores, as quais promovem a redução da população de plantas espontâneas e, em consequência, reduz a mão de obra para seu controle (PERIN *et al*., 2003). A utilização de adubos verdes contribui para reduzir a população de plantas espontâneas, podendo servir para o manejo integrado dessas plantas. Porém, ressalta-se que efeitos supressivos e alelopáticos também poderão ocorrer sobre plantas cultivadas (SEVERINO & CHRISTOFFOLETI, 2004).

Em se tratando da composição florística das plantas espontâneas, nota-se que algumas plantas como *Alternanthera tenella* (apaga-fogo), *Bidens subalternans* (picão-preto), *Cenchrus echinatus* (capim-carrapicho) e *Digitaria horizontalis* (capim-colchão) estiveram presentes nas áreas de todas as leguminosas e com maior número de indivíduos e maior produção de massa seca na avaliação realizada aos 325 DAS (outubro), sendo que o somatório dessas espécies resultou em valores acima de 50% dos totais de número de indivíduos e de massa seca de plantas espontâneas nas áreas (TAB. 1). Já, aos 355 DAS (novembro), *Acanthospermum hispidum* (carrapicho-de-carneiro) foi a espécie que esteve presente nas áreas de todas as leguminosas, com exceção da área cultivada com cudzu tropical, que não apresentou nenhuma espécie de planta espontânea. Com relação aos totais de número de

indivíduos e de massa seca de plantas espontâneas aos 355 DAS, carrapicho-de-carneiro contribuiu com valores superiores a 50% nas coberturas de calopogônio, amendoim forrageiro e soja perene, refletindo-se em maior produção total de massa seca de plantas espontâneas nas coberturas de calopogônio e amendoim forrageiro do que na avaliação anterior (325 DAS), porém com o número de indivíduos menor para as coberturas com calopogônio e amendoim forrageiro (TAB. 1).

TABELA 1
Número de indivíduos e produção de massa seca, por m^2, das principais espécies de plantas espontâneas presentes em cada cobertura, aos 325 e 355 dias após a semeadura. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2009/2010

(Continua)

Leguminosa	Família	Espécie	Dias após a semeadura			
			325		355	
			Indivíduos	Massa	Indivíduos	Massa
			- Número -	-- g --	- Número -	-- g --
Cudzu tropical	Amarantaceae	*Alternanthera tenella*	35	1,21	0	0,00
	Asteraceae	*Acanthospermum hispidum*	1	0,12	0	0,00
	Commelinaceae	*Commelina bengalensis*	0	0,00	0	0,00
	Convolvulaceae	*Merremia cissoides*	7	1,27	0	0,00
	Fabaceae	*Aeschynomene rudis*	7	0,81	0	0,00
	Fabaceae	*Senna obtusifolia*	3	0,71	0	0,00
	Poaceae	*Cenchrus echinatus*	47	1,91	0	0,00
	Poaceae	*Digitaria horizontalis*	4	0,32	0	0,00
	Rubiaceae	*Diodia teres*	1	0,01	0	0,00
Total			106 a[1]	6,4 a	0 a	0 a
Calopogônio	Amarantaceae	*Alternanthera tenella*	40	4,66	1	0,17
	Asteraceae	*Acanthospermum hispidum*	2	0,04	12	7,29
	Asteraceae	*Bidens subalternans*	6	0,52	1	0,02
	Commelinaceae	*Commelina bengalensis*	12	0,91	2	0,33
	Convolvulaceae	*Merremia cissoides*	6	1,46	0	0,00
	Cyperaceae	*Cyperus difformis*	2	0,24	0	0,00
	Fabaceae	*Aeschynomene rudis*	5	0,26	1	0,23
	Fabaceae	*Senna obtusifolia*	3	0,46	0	0,00
	Poaceae	*Cenchrus echinatus*	7	1,31	5	3,0
	Poaceae	*Digitaria horizontalis*	5	0,52	0	0,00
	Portulacaceae	*Portulaca oleracea*	3	0,01	0	0,00
	Rubiaceae	*Diodia teres*	6	0,22	2	0,31
Total			97 a	10,6 a	24 b	11,4 b
Amendoim forrageiro	Amarantaceae	*Alternanthera tenella*	56	3,97	1	0,36
	Asteraceae	*Acanthospermum hispidum*	3	0,07	8	8,00
	Asteraceae	*Bidens subalternans*	0	0,00	1	0,80
	Commelinaceae	*Commelina bengalensis*	0	0,00	1	0,36
	Convolvulaceae	*Merremia cissoides*	9	2,70	0	0,00
	Fabaceae	*Aeschynomene rudis*	1	0,04	1	0,38
	Fabaceae	*Senna obtusifolia*	1	0,01	0	0,00
	Poaceae	*Cenchrus echinatus*	27	1,75	6	4,72
	Poaceae	*Digitaria horizontalis*	11	2,91	0	0,00
	Portulacaceae	*Portulaca oleracea*	1	1,02	0	0,00
Total			109 a	12,5 a	18 b	14,6 b

TABELA 1
Número de indivíduos e produção de massa seca, por m^2, das principais espécies de plantas espontâneas presentes em cada cobertura, aos 325 e 355 dias após a semeadura. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2009/2010

(Conclusão)

Leguminosa	Família	Espécie	Dias após a semeadura 325 Indivíduos	325 Massa	355 Indivíduos	355 Massa
			- Número -	-- g --	- Número -	-- g --
Soja perene	Amarantaceae	*Alternanthera tenella*	49	4,18	0	0,00
	Asteraceae	*Acanthospermum hispidum*	17	0,41	2	0,60
	Asteraceae	*Bidens subalternans*	8	0,36	0	0,00
	Commelinaceae	*Commelina bengalensis*	1	0,02	0	0,00
	Convolvulaceae	*Merremia cissoides*	10	2,86	0	0,00
	Fabaceae	*Aeschynomene rudis*	1	0,01	0	0,00
	Fabaceae	*Senna obtusifolia*	1	0,01	0	0,00
	Poaceae	*Cenchrus echinatus*	36	3,94	1	0,50
	Poaceae	*Digitaria horizontalis*	19	2,21	0	0,00
	Portulacaceae	*Portulaca oleracea*	17	1,32	0	0,00
	Rubiaceae	*Diodia teres*	17	2,51	0	0,00
Total			176 b	17, 8 a	3 a	1,1 a
Estilosantes	Amarantaceae	*Alternanthera tenella*	54	2,23	0	0
	Asteraceae	*Acanthospermum hispidum*	13	2,27	6	2,87
	Asteraceae	*Bidens subalternans*	21	0,61	0	0
	Commelinaceae	*Commelina bengalensis*	0	0	1	0,02
	Convolvulaceae	*Merremia cissoides*	0	0	1	0,35
	Cyperaceae	*Cyperus difformis*	5	1,19	0	0
	Fabaceae	*Aeschynomene rudis*	12	4,07	1	0,01
	Fabaceae	*Senna obtusifolia*	4	0,49	0	0
	Poaceae	*Cenchrus echinatus*	23	0,85	6	4,05
	Poaceae	*Digitaria horizontalis*	15	1,24	0	0
	Rubiaceae	*Diodia teres*	6	0,53	0	0
Total			153 ab	13,5 a	15 b	7,3 ab
Controle	Amarantaceae	*Alternanthera tenella*	230	121,74	36	14,20
	Asteraceae	*Acanthospermum hispidum*	0	0	16	8,02
	Asteraceae	*Bidens subalternans*	150	27,00	13	5,06
	Commelinaceae	*Commelina bengalensis*	2	0,20	1	0,36
	Convolvulaceae	*Merremia cissoides*	6	1,76	0	0
	Cyperaceae	*Cyperus difformis*	6	1,82	0	0
	Fabaceae	*Aeschynomene rudis*	0	0	1	0,80
	Fabaceae	*Senna obtusifolia*	27	9,95	2	0,40
	Poaceae	*Cenchrus echinatus*	23	8,89	17	8,64
	Poaceae	*Digitaria horizontalis*	15	6,49	0	0
	Portulacaceae	*Portulaca oleracea*	0	0	1	0,11
	Rubiaceae	*Diodia teres*	1	0,01	1	0,01
Total			460 c	177,9 b	88 c	37,6 c
CV%			44,5	24,2	37,6	16,7

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

Com relação à mudança da composição florística, somente nas áreas cultivadas com calopogônio, amendoim forrageiro e sem leguminosa (controle), observou-se, aos 355 DAS, que *Acanthospermum hispidum* foi a única espécie de planta espontânea que apresentou maior número de indivíduos e maior massa seca em relação à avaliação feita aos 325 DAS (outubro). Nas áreas de todas as leguminosas, aos 355 DAS (novembro), todas as outras espécies de plantas espontâneas apresentaram número de indivíduos e massa seca igual ou

menor aos resultados encontrados na avaliação feita aos 325 DAS (outubro), com destaque para a cobertura com cudzu tropical que apresentou número de indivíduos e massa seca insignificante de plantas espontâneas (TAB. 1). Deve-se destacar que, após as avaliações de número de indivíduos e massa seca, as plantas espontâneas foram capinadas e, no mês de novembro, ocorreu menor precipitação em relação à outubro (FIG. 1), o que pode ter contribuído, inclusive com a área sem leguminosa (controle), para um menor número de indivíduos e de massa seca aos 355 DAS.

Os resultados demonstram que o uso dessas leguminosas como cobertura permanente de solo proporciona uma mudança na diversidade das espécies e oscilações na inibição das espécies predominantes nas parcelas cultivadas, pois se observa que algumas espécies de diferentes famílias surgem ao longo do tempo, o que representa uma modificação na dinâmica de sucessão das espécies, corroborando o estudo de leguminosas anuais para adubação verde, que também promoveram modificações na dinâmica de sucessão das espécies de plantas espontâneas (FÁVERO *et al*., 2001), e o estudo que utilizou resíduos de sorgo como cobertura morta de solo, a qual também promoveu redução e mudança da população das plantas espontâneas (MATEUS *et al*., 2004).

Quanto à variação da temperatura 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, em cada avaliação (TAB. 2). Em todas as avaliações realizadas, observam-se menores temperaturas nas leituras realizadas às 9 h, em qualquer uma das profundidades. Nessa hora do dia, aos 355 DAS, o solo sob plantas espontâneas (controle) apresentou temperatura maior que o solo cultivado com as demais leguminosas, em todas as profundidades. Na profundidade de 5 cm, todos os solos cultivados com leguminosas apresentaram temperaturas menores que o solo sob plantas espontâneas, e somente o solo cultivado com estilosantes apresentou temperatura maior que as demais leguminosas que não diferiram entre si. Em períodos mais avançados do ciclo, 375 e 440 DAS, nota-se que as coberturas dos solos por todas as leguminosas promoveram temperaturas do solo aproximadas e menores que o solo sob plantas espontâneas, nas três profundidades avaliadas, com destaque para o tratamento com cudzu tropical aos 440 DAS (TAB. 2).

Nas leituras realizadas às 14 h, em todas as idades avaliadas e profundidades, os solos cultivados com as leguminosas apresentaram menores temperaturas em comparação com o solo sob plantas espontâneas. O estilosantes pode ser considerado com menor capacidade de redução de temperatura do solo, uma vez que em algumas avaliações o solo cultivado com

essa espécie apresentou maiores temperaturas nessa condição, porém, apresentou, em todos os casos, temperaturas do solo menores que a do solo sob plantas espontâneas (TAB. 2).

TABELA 2
Temperatura (°C) do solo cultivado com leguminosas em dois momentos do dia, medidas em três profundidades, aos 355, 375 e 440 dias após semeadura. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2009/2010

Leguminosa	---------- 9 h ----------			---------- 14 h ----------		
	5 cm	10 cm	15 cm	5 cm	10 cm	15 cm
355 dias após a semeadura						
Cudzu trop.	22,8 a[1]	23,0 a	22,9 a	28,6 ab	27,5 abc	26,6 ab
Calopogônio	23,8 a	24,1 a	23,5 a	32,2 b	30,8 c	28,9 b
A. Forrag.	23,1 a	23,9 a	24,0 a	27,3 a	25,8 a	24,6 a
S. Perene	23,3 a	23,0 a	23,2 a	26,5 a	27,1 ab	25,9 ab
Estilosantes	26,6 b	26, 4 b	26,2 b	31,9 b	29,9 bc	28,9 b
Controle	29,5 c	27,8 b	27,1 b	45,8 c	40,5 d	38,1 c
CV%	4,0	2,8	2,8	5,3	5,0	4,5
375 dias após a semeadura						
Cudzu trop.	24,4 abc	24,7 abc	24,9 ab	24,9 a	24,3 a	23,7 a
Calopogônio	24,6 abc	24,9 abc	25,2 ab	27,2 b	26,6 b	25,7 ab
A. Forrag.	23,5 ab	23,8 ab	24,0 a	26,0 ab	25,1 ab	24,4 a
S. Perene	23,2 a	23,2 ab	23,4 a	26,6 b	25,9 ab	25,7 ab
Estilosantes	25,5 bc	25,6 bc	25,8 b	30,7 c	29,2 c	27,5 b
Controle	26,3 c	26,6 c	26,6 b	44,3 d	38,1 d	35,3 c
CV%	4,0	3,5	3,1	2,2	2,8	4,7
440 dias após a semeadura						
Cudzu trop.	24,8 a	23,7 a	24,6 a	26,7 a	25,9 ab	25,1 ab
Calopogônio	25,9 ab	25,7 b	25,9 bc	29,7 b	28,7 bc	27,3 ab
A. Forrag.	26,3 ab	25,5 b	25,3 ab	26,7 a	25,4 a	24,5 a
S. Perene	26,0 ab	25,5 b	25,4 ab	26,5 a	26,5 ab	25,8 ab
Estilosantes	26,3 ab	25,6 b	25,3 ab	31,3 b	29,5 c	28,1 b
Controle	27,8 b	27,3 c	26,7 c	45,1 c	39,2 d	36,7 c
CV%	4,0	2,0	5,8	3,6	4,3	4,6

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

De maneira geral, as temperaturas dos solos observadas na profundidade de 5cm são maiores que a 10 e 15cm, o que está relacionado à maior incidência de raios solares e poder acumulativo do solo. O cudzu tropical se destacou ao manter as menores temperaturas do solo para as profundidades avaliadas, apresentando, nesse período, 100% de taxa de cobertura do solo (FIG. 2), contribuindo diretamente para diminuir a temperatura do solo, demonstrando que essa espécie apresenta maior capacidade de manter menores temperaturas de solo em relação às demais leguminosas estudadas.

Os resultados demonstram que, aos 355 DAS, as espécies apresentam comportamentos diferenciados quanto à redução da temperatura do solo e diretamente relacionados com a taxa de cobertura viva, na qual se destacaram cudzu tropical, amendoim forrageiro e soja perene. Contudo, a partir dos 375 DAS, todas as leguminosas (o estilosantes em menor intensidade) proporcionam menores temperaturas do solo no horário mais crítico (14 h), o que está diretamente relacionado com a proteção proporcionada pela massa vegetativa que cobre o solo naquele momento, atuando como barreira aos raios solares e dificultando a troca de calor entre o solo e atmosfera (TEODORO *et al*., 2011). Isso reforça a importância do uso dessas espécies como cobertura permanente de solo, já que temperaturas do solo acima dos 40 ºC são consideradas inadequadas para o desenvolvimento das plantas (SIRIDANS & PAVAN, 1986).

Menores temperaturas do solo foram observadas quando aplicadas maiores quantidades de palha na sua superfície, evidenciando a importância da presença de cobertura permanentemente sobre o solo na manutenção de menores temperaturas (BRAGAGNOLO & MIELNICZUCK , 1990). Em se tratando da caatinga, onde as altas temperaturas causam estresses nas plantas e aumentam a evapotranspiração das culturas, muitas vezes limitando algumas atividades agrícolas, a estratégia do uso de espécies em cobertura permanente pode significar uma alternativa interessante na redução da temperatura do solo para o agricultor.

Os solos cultivados com as leguminosas, com exceção do estilosantes, possuíram maiores volumes de água em relação ao solo sob plantas espontâneas, em todas as avaliações (TAB. 3). Observando os volumes totais de água retida no solo, notam-se valores crescentes de agosto (265 DAS) a dezembro (375 DAS) de 2009, sendo os maiores valores aos 375 DAS, que ocorrem em função da maior precipitação pluviométrica no mês de dezembro (FIG. 1).

TABELA 3
Volume de água na camada de 0 a 5 cm do solo, em quatro épocas, para as diferentes leguminosas. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2009/2010

Leguminosa	Volume de água no solo (mm^3 cm^{-3})			
	---------- Dias após a semeadura ----------			
	265	355	375	405
Cudzu trop.	27 b[1]	64 a	78 c	59 ab
Calopogônio	34 a	58 a	103 a	64 a
A. Forrageiro	23 b	64 a	89 b	51 b
S. Perene	25 b	63 a	85 bc	59 ab
Estilosantes	16 c	40 b	52 d	32 c
Controle	11 c	32 c	46 d	31 c
CV%	10,7	6,0	6,0	9,6

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

O solo cultivado com calopogônio apresentou volumes de água iguais ou maiores aos solos cultivados com as demais leguminosas, em todas as épocas avaliadas. O solo cultivado com estilosantes apresentou menores volumes de água em relação aos solos cultivados com as demais leguminosas em todas as épocas avaliadas, provavelmente pela menor cobertura em relação a elas, deixando o solo mais desprotegido, o que possivelmente reduziu sua capacidade de retenção de umidade. Em janeiro (405 DAS), ocasião de ocorrência do veranico, os solos cultivados com calopogônio, cudzu tropical e soja perene armazenaram maiores volumes de água, fato que pode estar relacionado com a maior deposição de folhas senescentes ao longo do ciclo por essas espécies, contribuindo, assim, para a manutenção da cobertura e consequentemente da umidade do solo (TAB. 3). Esses resultados demonstram a capacidade do calopogônio em conservar a umidade do solo, apontando seu potencial para uso como cobertura viva permanente, 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 capacidade de cobertura do solo (FIG. 2) e à redução de temperatura (TAB. 2), pois o solo com maior cobertura melhora a proteção contra a incidência direta dos raios solares, ameniza as temperaturas, diminui a amplitude térmica, refletindo em menor evapotranspiração e conservação da umidade. 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 do solo (STRECK *et al*.,1994).

Os resultados observados nas condições de caatinga, quando se compara o cudzu tropical com o amendoim forrageiro, são contrários aos observados em região de mata atlântica, em 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 (PERIN *et al*., 2004). Porém, corroboram os resultados obtidos no primeiro ciclo de avaliação desse experimento, na qual o amendoim forrageiro apresentou maior desenvolvimento inicial do que o cudzu tropical, possivelmente favorecido pela alta densidade de plantas e seu hábito de crescimento rastejante (estolonífero), promovendo maior cobertura inicial do solo, proporcionada nos primeiros 90 dias após semeadura, enquanto, nesse período, o cudzu tropical apresentou baixa cobertura, deixando o solo desprotegido, o que possivelmente reduziu sua capacidade de retenção de umidade (TEODORO *et al*., 2011). No entanto, a partir dos 120 dias de ciclo, os autores evidenciaram que a diferença não mais existiu e o cudzu tropical passou a reter umidade no solo em quantidades superiores a algumas espécies e iguais a outras, entre elas o amendoim forrageiro.

Em geral, todas as leguminosas contribuem para a manutenção da umidade no solo, porém observa-se que os volumes de água retidos ainda são baixos, sendo o maior volume encontrado aos 375 DAS no solo cultivado com calopogônio e o menor aos 265 DAS no solo cultivado com estilosantes e solo sob vegetação espontânea (TAB. 3), demonstrando potenciais diferentes entre as coberturas, quanto à manutenção da umidade do solo. A baixa umidade identificada nos solos cultivados com as diferentes leguminosas pode ser explicada, em parte, pela classe de textura franco-arenosa do solo, que apresenta baixa capacidade de retenção de água. Entretanto, 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 (principalmente as leguminosas com maior potencial para queda natural de folhas, como é o caso do calopogônio, cudzu tropical e soja perene) pode amenizar as perdas de água do solo nos períodos críticos e tornar-se uma alternativa para os agricultores familiares da região. Os resíduos de coberturas vegetais promovem retenção de 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 (OLIVEIRA & SOUZA, 2003). Quando deixada maior quantidade de resíduos vegetais sobre o solo, foi observada uma variação de água de 1,2% superior ao solo sem cobertura (BORTOLUZZI & ELTIZ, 2000).

Observando os volumes totais de água retida no solo, notam-se maiores valores aos 375 dias, que ocorrem em função da precipitação pluviométrica elevada no mês de dezembro, 93,8 mm (FIG. 1). Aos 265 DAS, no mês de agosto (1,6 mm), em pleno período da seca e aos 405 DAS, no mês de janeiro (7,2 mm), com a ocorrência de veranico, é a época em que a capacidade de retenção de água no solo pelas leguminosas se torna mais importante.

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 265 DAS, em pleno período de estiagem, todas as leguminosas apresentaram deposição de material senescente sobre o solo, corroborando os resultados encontrados no primeiro ciclo de avaliação desse mesmo experimento no qual as plantas responderam com expressiva senescência de folhas, à medida que se pronunciou o período da seca na região (TEODORO *et al*., 2011). Deve-se destacar a maior deposição de material senescente sob o solo pelo calopogônio (6,59 t ha-1) em relação às outras espécies (TAB. 4). Esse fato pode ser explicado pela maior produção de massa seca, senescente e vegetativa, por essa espécie no ciclo de avaliações anteriores em período de alta pluviosidade (TEODORO *et al*., 2011). Nesse período, as leguminosas encontravam-se totalmente secas, com exceção do cudzu tropical que apresentava 10% de cobertura verde do solo.

TABELA 4
Massa seca (MS) e acúmulo de macronutrientes, pelo material senescente das leguminosas, durante o período de avaliação. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2009/2010

(Continua)

Leguminosa	MS	N	P	K	Ca	Mg
	t ha^{-1}	---------- kg ha^{-1} ----------				
			265 dias após a semeadura			
Cudzu trop.	1,44 bc[1]	39,5 bc	1,7 bc	28,4 bc	22,5 b	8,5 b
Calopogônio	6,59 a	174,6 a	11,0 a	138,2 a	96, 4 a	37,9 a
A. Forrageiro	0,84 c	18,0 d	1,1 c	12,0 c	13,5 b	4,7 b
S. Perene	1,75 b	40,1 b	2,4 b	33,8 b	26,5 b	10,0 b
Estilosantes	1,27 bc	20,9 cd	2,0 bc	15,9 c	20,6 b	6,9 b
CV%	14,0	14,2	13, 5	15,9	18,4	17,6
			375 dias após a semeadura			
Cudzu trop.	0,92 a	22,7 a	0,9 a	16,3 a	13,4 a	5,3 a
Calopogônio	-	-	-	-	-	-
A. Forrageiro	-	-	-	-	-	-
S. Perene	0,59 b	11,5 b	0,9 a	11,6 b	9,9 b	3,5 b
Estilosantes	-	-	-	-	-	-
CV%	21,0	22,3	19,4	15,9	17,0	21,8

TABELA 4
Massa seca (MS) e acúmulo de macronutrientes, pelo material senescente das leguminosas, durante o período de avaliação. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2009/2010
(Conclusão)

Leguminosa	MS	N	P	K	Ca	Mg
	t ha^{-1}	---------- kg ha^{-1} ----------				
405 dias após a semeadura						
Cudzu trop.	1,73 b	41,7 a	2,0 b	29,6 a	24,7 a	10,1 a
Calopogônio	1,14 c	24,0 b	1,4 b	8,9 b	15,7 b	4,2 b
A. Forrageiro	0,26 d	5,7 c	0,5 c	4,2 c	5,6 c	1,8 c
S. Perene	2,52 a	45,2 a	3,5 a	31,4 a	25,8 a	11,4 a
Estilosantes	-	-	-	-	-	-
CV%	8,8	11,4	19,9	11,5	12,7	13,8
440 dias após a semeadura						
Cudzu trop.	3,04 a	52,8 a	4,5 a	35,8 a	45,3 a	17,4 a
Calopogônio	2,0 b	35,9 b	2,4 b	11,5 b	20,0 b	8,4 b
A. Forrageiro	0,23 d	17,9 c	0,3 d	1,1 d	3,5 d	1,1 d
S. Perene	1,54 c	3,9 d	1,4 c	7,2 c	11,9 c	5,2 c
Estilosantes	-	-	-	-	-	-
CV%	9,4	8,0	15,3	16,7	15,2	13,0

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

Em dezembro de 2009 (375 DAS), após acúmulo de 214,6 mm de precipitação nos meses de outubro e novembro (FIG. 1), somente o cudzu tropical, com maior produção, e a soja perene apresentaram deposição de material senescente, promovendo incorporação de matéria orgânica e realizando ciclagem de nutrientes. Tal fato pode ser explicado por seus restabelecimentos na área, mais influenciado pela rebrota do que pelo ressemeio, que contribuiu para um maior desenvolvimento e consequentemente antecipação do início de senescência de folhas. O amendoim forrageiro e o estilosantes restabeleceram-se pelos dois métodos propagativos citados, aliado ao comportamento de menor senescência ao longo do ciclo vegetativo (TEODORO *et al*., 2011). Já o calopogônio se restabeleceu praticamente por ressemeio e por isso essas espécies não contribuíram com senescência de material vegetal nesse período (TAB. 4).

Aos 405 DAS, as demais espécies, exceto o estilosantes, iniciaram o aporte de matéria orgânica e a ciclagem de nutrientes pelo material senescente, havendo diferenças significativas entre todas elas (TAB. 4). Observa-se que a soja perene seguida pelo cudzu tropical, além de terem iniciado a deposição de material senescente mais precocemente, apresentaram as maiores quantidades depositadas nessa avaliação, mostrando sua maior

capacidade de incorporação de matéria orgânica aos solos e promoção da ciclagem de nutrientes durante o restabelecimento, após o período de estiagem. Aos 405 DAS, o calopogônio já se aproximou do cudzu tropical e apresentou resultado superior ao do amendoim forrageiro. Aos 440 DAS, todas as leguminosas, com exceção do estilosantes, apresentaram aporte de material senescente. A maior produtividade de massa seca foi aportada pelo cudzu tropical, calopogônio, soja perene e amendoim forrageiro respectivamente (TAB. 4).

Diante dos resultados, para as condições desse experimento, calopogônio, cudzu tropical e soja perene demonstraram grande capacidade para deposição de matéria orgânica sobre o solo, o que ressalta o potencial para utilização dessas como plantas companheiras, principalmente como cobertura viva permanente de solos em cultivos perenes, como os pomares e os quintais agroflorestais, comuns na região.

Os resultados mostram que as espécies apresentaram diferentes capacidades de ciclagem dos nutrientes, promovida pela deposição de material senescente. Nota-se que o calopogônio foi a espécie que apresentou potencial de aportar as maiores quantidades totais de nitrogênio (N) e acumular as maiores quantidades de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) no período compreendido entre os 265 e 440 DAS (TAB. 5).

TABELA 5
Acúmulo total de massa seca (MS) e de macronutrientes no material senescente das leguminosas, depositado no solo entre 265 a 440 dias após a semeadura. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2009/2010

Leguminosa	MS	N	P	K	Ca	Mg
	t ha^{-1}	---------- kg ha^{-1} ----------				
Cudzu trop.	7,13 b[1]	156,6 b	9,2 b	110,0 b	106,0 b	41,2 b
Calopogônio	9,73 a	234,4 a	14,9 a	158,5 a	132,1 a	50,5 a
A. Forrageiro	1,32 c	27,5 d	1,8 c	17,4 d	22,6 d	7,6 d
S. Perene	6,40 b	114,6 c	8,2 b	83,9 c	74,1 c	30,0 c
Estilosantes	1,27 c	20,9 d	2,0 c	15,9 d	20,6 d	6,9 d
CV%	8,0	8,4	8,4	9,6	10,1	9,5

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

Observa-se, ainda, que o cudzu tropical e a soja perene também proporcionaram acúmulo considerável de macronutrientes (TAB. 5), o qual foi muito influenciado pelo potencial de rebrota após estiagem dessas duas espécies. Com o retorno das chuvas, cudzu tropical e soja perene acumularam quantidades superiores de folhas senescentes aos 375 e 405 DAS (TAB. 4).

O aporte total de massa seca de material senescente, fornecida ao longo do período de avaliação, foi de 9,73 t ha^{-1} pelo calopogônio, 7,13 t ha^{-1} pelo cudzu tropical, 6,40 t ha^{-1} pela soja perene, 1,32 t ha^{-1} pelo amendoim forrageiro e 1,27 t ha^{-1} pelo estilosantes. O calopogônio se destacou em relação às demais leguminosas, ciclando 234,44 kg de N ha^{-1}, 14,86 kg de P ha^{-1}, 158,54 kg de K ha^{-1}, 132,05 kg de Ca ha^{-1} e 50,54 kg de Mg ha^{-1} (TAB. 5).

Em outras condições experimentais foi verificado que 86% do N presente no tecido vegetal de leguminosas herbáceas perenes foi derivado do processo de fixação biológica de N_2 (FBN) (ESPÍNDOLA *et al*., 2001). Assim, para as condições desse experimento, pode-se estimar que o calopogônio aportou 201,6 kg ha^{-1} de N, cudzu tropical 134,68 kg ha^{-1} de N e soja perene 98,6 kg ha^{-1} de N via FBN.

Convém salientar que calopogônio, cudzu tropical e 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.

Observa-se um ligeiro decréscimo nos teores de macronutrientes do material senescente de uma mesma espécie depositado ao solo, ao longo do período avaliado, sendo em alguns momentos mais pronunciados (TAB. 6).

TABELA 6
Teores de macronutrientes do material senescente das leguminosas, depositado durante o período de avaliação. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2009/2010

(Continua)

Leguminosa	N	P	K	Ca	Mg
	---------- g kg^{-1} ----------				
265 dias após a semeadura					
Cudzu trop.	27,5 a[1]	1,2 b	19,9 a	15,6 a	5,9 a
Calopogônio	26,5 a	1,7 a	21,0 a	14,6 a	5,7 a
A. Forrageiro	21,6 b	1,3 ab	14,4 b	16,2 a	5,6 a
S. Perene	22,9 b	1,4 ab	19,3 a	15,2 a	5,7 a
Estilosantes	16,4 c	1,5 ab	12,5 c	16,1 a	5,4 a
CV%	5,6	12,3	4,8	5,6	4,5
375 dias após a semeadura					
Cudzu trop.	24,6 a	1,5 a	17,7 b	14,6 b	5,8 a
Calopogônio	-	-	-	-	-
A. Forrageiro	-	-	-	-	-
S. Perene	19,5 b	1,0 b	19,5 a	16,7 a	5,8 a
Estilosantes	-	-	-	-	-
CV%	5,1	17,3	5,4	4,2	10,1

TABELA 6
Teores de macronutrientes do material senescente das leguminosas, depositado durante o período de avaliação. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2009/2010

(Conclusão)

Leguminosa	N	P	K	Ca	Mg
	---------- g kg^{-1} ----------				
	405 dias após a semeadura				
Cudzu trop.	24,1 a	1,2 b	17,1 a	14,3 b	5,8 b
Calopogônio	22,0 b	1,2 b	7,8 c	13,7 b	3,7 d
A. Forrageiro	22,2 b	1,8 a	16,4 a	22,1 a	6,8 a
S. Perene	17,9 c	1,4 b	12,5 b	10,3 c	4,5 c
Estilosantes	-	-	-	-	-
CV%	4,0	11,1	7,2	4,1	5,5
	440 dias após a semeadura				
Cudzu trop.	17,4 a	1,5 a	11,8 a	14,9 a	5,7 a
Calopogônio	18,0 a	1,2 b	5,7 b	10,0 b	4,2 b
A. Forrageiro	16,9 a	1,2 b	5,0 b	15,2 a	4,9 b
S. Perene	11,7 b	0,9 c	4,7 c	7,8 b	3,4 c
Estilosantes	-	-	-	-	-
CV%	4,9	9,9	11,9	11,2	9,7

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

Aos 265 DAS verifica-se que os teores de macronutrientes do material senescente das leguminosas estiveram próximos aos teores da massa vegetativa das leguminosas aos 180 dias após a semeadura, encontrados no primeiro ciclo de avaliação desse mesmo experimento (TEODORO *et al*., 2011). Cabe ressaltar que nesse período, em plena estiagem, a atividade biológica possivelmente estava baixa e consequentemente os teores foram mais elevados no material senescente. Já a partir dos 375 DAS, após início do período chuvoso, a atividade biológica possivelmente tenha aumentado e se pronunciado na avaliação aos 440 DAS, contribuindo para maior degradação do material senescente e apresentando, nesse momento, os menores teores, sendo os valores de potássio, macronutriente de maior constante de decomposição em leguminosas (OLIVEIRA *et al*., 2007 e PADOVAN *et al*., 2006), os mais acentuados. Outro fator que pode ter contribuído para a ocorrência de valores decrescentes dos teores de nutrientes no material senescente, ao longo das avaliações, e talvez tenha se pronunciado em fevereiro (440 DAS) foi a coincidência com o início do período reprodutivo das espécies, uma vez que todas as leguminosas apresentavam botões florais nessa época. Os estudos geralmente demonstram redução do teor de macronutriente nas partes vegetativas e

aumento nas sementes, com o avanço do período reprodutivo até a maturação das plantas (PADOVAN *et al*., 2005).

Ao longo das avaliações, foram observados maiores teores de N no material senescente de cudzu tropical e calopogônio e, algumas vezes, seguidos por amendoim forrageiro. Já o estilosantes apresentou os menores teores (TAB. 6). Os teores de N foram similares aos observados por Dalcomo *et al*. (1999), Perin *et al*. (2000a, 2000b) e Espíndola *et al*. (2005b) para a massa seca vegetativa de algumas das leguminosas estudadas.

Para o teor de P, os resultados foram diferentes ao longo das avaliações. Aos 265 DAS, momento de maior estabilidade do material senescente, foi observado menor teor de P no material senescente do cudzu tropical em relação ao calopogônio. Outro destaque foi o teor de P observado no material senescente do estilosantes, correspondendo ao segundo maior teor de P (TAB. 6). Resultados semelhantes foram observados em região de mata atlântica, onde o estilosantes foi descrito 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 (GUERRA *et al*., 2007).

Aos 265 DAS foram observados maiores teores de K no material senescente do calopogônio, cudzu tropical e soja perene, diferente do resultado encontrado no primeiro ciclo de avaliação desse mesmo experimento para a massa vegetativa da parte aérea das leguminosas aos 180 dias após a semeadura, quando o amendoim forrageiro tinha se destacado com maiores teores (TEODORO *et al*., 2011).

Aos 405 e 440 DAS, foi observado maior teor de Ca no material senescente do amendoim forrageiro, enquanto a soja perene apresentou os menores teores desse elemento. Também aos 405 e 440 DAS foram observados maiores teores de Mg no material senescente do cudzu tropical e do amendoim forrageiro (TAB. 6).

Cabe destacar que, em pleno período seco, aos 265 DAS, no material senescente do cudzu tropical foram observados significativos teores de N, K, Ca e Mg; do calopogônio, teores de N, P, K, e Mg; do amendoim forrageiro, teores de Ca e Mg; da soja perene, K, Ca e Mg e do estilosantes, P, Ca e Mg, 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.

Quanto à eficiência na ciclagem de macronutrientes aos 265 DAS, foi observado maior teor de macronutrientes no material senescente do calopogônio, 60,7 g de macronutrientes/kg de matéria seca, seguido por 59,3 g de macronutrientes/kg de matéria seca

do cudzu, 58,2 g de macronutrientes/kg de matéria seca do amendoim forrageiro, 52,0 g de macronutrientes/kg de matéria seca do estilosantes e 48,6 g de macronutrientes/kg de matéria seca da soja perene. Diante disso, pensando-se em transporte da massa vegetativa das leguminosas, seja para uso em cobertura morta ou em compostagem, o calopogônio apresenta-se como a espécie mais interessante, visto que aportaria à área de interesse 60,7 kg de macronutrientes para cada tonelada de matéria seca utilizada.

Aos 690 DAS (TAB. 7 e 8), independentemente da leguminosa, observam-se maiores teores de P, K, Mg, soma de bases (SB), pH e matéria orgânica (MO) na camada de 0 a 5 cm de solo. Esses maiores teores se devem à capacidade das plantas de retornar nutrientes à superfície do solo via senescência da massa vegetativa aérea (TAB. 5). Nas camadas de 0 a 5 cm, de 5 a 10 cm e de 10 a 20 cm do solo não foram observadas diferenças nos teores de Ca e hidrogênio (H) + alumínio (Al), e nos valores de capacidade de troca de cátions (CTC) efetiva (t), CTC a pH 7 (T) e saturação de bases (V).

Em todas as camadas, foi observado maior teor de K no solo sob plantas espontâneas (controle), o qual não apresentou diferença dos solos cultivados com calopogônio, cudzu tropical e soja perene (TAB.7). Uma possibilidade para o menor teor de K observado nos solos cultivados com as leguminosas é o fato de que as mesmas já se encontravam vegetando no momento da coleta de solo, apresentando visualmente maior produção de massa vegetativa do que as plantas espontâneas do tratamento controle, o que pode ter contribuído para uma maior quantidade de K imobilizado na massa vegetativa das leguminosas.

Com exceção do solo sob plantas espontâneas (controle), para o teor de K, nas camadas de 0 a 5 cm, 5 a 10 cm e 10 a 20 cm de solo o teor de K, Mg, e consequentemente SB, H+Al e T foi maior no solo cultivado com calopogônio, cudzu e soja perene, corroborando os resultados observados no primeiro (TEODORO *et al*., 2011a) e segundo ciclo de avaliação (TAB. 5), correspondente ao atual estudo no qual foram observadas maiores produções de massa senescente por essas espécies.

TABELA 7
Resultados da análise química dos solos cultivados com diferentes leguminosas, nas camadas de 0 a 5 cm, 5 a 10 cm e 10 a 20 cm do solo (690 dias após a semeadura). UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2009/2010

Leguminosa	K	Ca	Mg	H+Al	SB	t	T	V
	mg dm^{-3}	---------- $cmol_c$ dm^{-3} ----------						-- % --
				0 a 5 cm				
Cudzu	279,3 ab[1]	2,9 a	1,3 ab	2,4 ab	4,9 ab	4,9 ab	7,3 abc	67,3 a
Calopog.	321,4 ab	3,8 a	1,6 a	2,3 abc	6,3 a	6,3 a	8,6 a	73,0 a
A. Forrag.	265,0 ab	3,7 a	1,0 abc	1,5 cd	5,3 ab	5,4 ab	6,8 bc	78,3 a
S. Perene	327,4 ab	3,2 a	1,3 ab	2,7 a	5,3 ab	5,3 ab	8,0 ab	66,8 a
Estilosan.	187,2 b	3,3 a	0,7 bc	1,5 bcd	4,5 b	4,5 b	6,0 c	75,0 a
Controle	416,0 a	3,4 a	0,4 c	1,4 d	4,9 ab	4,9 ab	6,3 c	75,3 a
CV%	23,4	16,2	32,7	20,1	14,3	14,2	8,4	7,7
				5 a 10 cm				
Cudzu	245,8 ab	3,0 a	1,3 a	2,4 a	5,0 ab	5,0 ab	7,3 ab	67,3 a
Calopog.	223,8 ab	3,4 a	1,4 a	2,5 a	5,4 a	5,4 a	7,9 a	68,5 a
A. Forrag.	179,2 ab	3,1 a	0,6 b	1,9 a	4,1 ab	4,2 ab	6,1 bc	68,5 a
S. Perene	192,3 ab	2,6 a	1,0 ab	2,1 a	4,1 ab	4,2 ab	6,2 bc	67,0 a
Estilosan.	160,2 b	3,1 a	0,6 b	1,7 a	4,1 b	4,1 b	5,8 c	70,3 a
Controle	320,0 a	2,9 a	0,6 b	1,7 a	4,3 ab	4,4 ab	6,0 bc	72,3 a
CV%	28,7	13,4	25,7	18,0	12,1	11,9	9,6	6,9
				10 a 20 cm				
Cudzu	245,8 ab	3,0 a	1,4 a	2,3 a	5,0 a	5,0 a	7,3 ab	68,0 a
Calopog.	247,0 ab	3,3 a	1,4 a	2,9 a	5,3 a	5,4 a	8,2 a	65,5 a
A. Forrag.	164,3 b	3,0 a	0,5 b	1,9 a	3,9 a	3,9 a	5, 8 b	67,8 a
S. Perene	184,6 ab	2,7 a	1,0 ab	2,5 a	4,2 a	4,2 a	6,6 ab	63,3 a
Estilosan.	189,8 ab	3,4 a	0,5 b	1,7 a	4,3 a	4,4 a	6,0 b	72,0 a
Controle	324,7 a	2,9 a	0,5 b	1,7 a	4,2 a	4,3 a	6,0 b	71,3 a
CV%	27,6	18,6	37,9	27,1	14,0	13,8	13,1	9,1

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

O uso de leguminosas capazes de produzir altas quantidades de resíduos permite redução na lixiviação de cátions e aumento na CTC, o qual é acompanhado por aumentos proporcionais nos teores de Ca, Mg e K, e consequentemente, na SB do solo (TESTA *et al.*, 1992). Os autores evidenciam que esse efeito se dá em longo prazo. O aumento de matéria orgânica com a utilização de algumas leguminosas plantadas na entrelinha do cafeeiro proporcionou um aumento apreciável na CTC do solo (CHAVES *et al.*, 1997; e CHAVES, 2000). No presente trabalho, provavelmente esses maiores teores nos solos cultivados com calopogônio, cudzu tropical e soja perene se devem à maior capacidade dessas leguminosas de retornar principalmente K e Mg ao solo através de sua fitomassa e excreções radiculares.

Nas camadas de 0 a 5 cm, 5 a 10 cm e 10 a 20 cm foram observados menores valores de pH no solo cultivado com cudzu tropical, diferindo do solo sob plantas espontâneas (controle) na camada de 0 a 5 cm e do solo cultivado com estilosantes nas camadas de 5 a

10cm e 10 a 20cm de profundidade, e não diferindo dos solos cultivados com as demais leguminosas (TAB. 8). Tal diferença de pH pode ser explicada pelo motivo de alguns gêneros de rizóbios possuírem crescimento lento e alcalinizarem o meio, e outros possuírem crescimento rápido e acidificarem o meio (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006), aliado a prováveis comportamentos diferenciados das leguminosas em relação à liberação de ácidos orgânicos para o solo.

TABELA 8
Resultados da análise química dos solos cultivados com diferentes leguminosas, nas camadas de 0 a 5 cm, 5 a 10 cm e 10 a 20 cm do solo e do carbono da matéria orgânica leve (CMOl) na camada de 0-5 cm do solo (690 dias após a semeadura). UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2009/2010

Leguminosa	pH	P	MO	CMOl
	água	mg dm^{-3}	dag kg^{-1}	mg g^{-1}
		0 a 5 cm		
Cudzu	6,2 b[1]	57,7 a	1,4 a	4,7 a
Calopogônio	6,4 ab	51,8 a	2,0 a	4,7 a
A. Forrageiro	6,6 ab	67,4 a	1,8 a	2,8 b
S. Perene	6,6 ab	55,0 a	1,6 a	2,6 b
Estilosantes	6,6 ab	59,4 a	1,4 a	3,1 ab
Testemunha	6,9 a	59,9 a	1,9 a	4,9 a
CV%	4,0	18,8	26,5	20,7
		5 a 10 cm		
Cudzu	6,0 b	46,0 a	1,1 ab	-
Calopogônio	6,3 ab	36,8 a	1,3 a	-
A. Forrageiro	6,4 ab	53,2 a	1,0 ab	-
S. Perene	6,2 ab	44,9 a	0,8 ab	-
Estilosantes	6,5 a	35, 7 a	0,7 b	-
Testemunha	6,4 ab	37,1 a	1,1 ab	-
CV%	2,7	18,2	22,1	-
		10 a 20 cm		
Cudzu	6,1 b	36,9 b	0,9 ab	-
Calopogônio	6,2 ab	43,2 ab	1,0 a	-
A. Forrageiro	6,2 ab	55,2 a	0,7 abc	-
S. Perene	6,2 ab	42,9 ab	0,7 abc	-
Estilosantes	6,5 a	34, 4 b	0,5 c	-
Testemunha	6,3 ab	28,0 b	0,6 bc	-
CV%	2,6	17,8	21,7	-

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

Somente na camada de 10 a 20cm foram observadas diferenças nos teores de P do solo, no qual o amendoim forrageiro se destacou dentre as leguminosas, e não diferindo do solo sob calopogônio e soja perene (TAB. 8). Cabe ressaltar que nas camadas de 0 a 5cm, 5 a 10cm e 10 a 20cm os maiores teores de P foram observados no solo cultivado com amendoim forrageiro. Na camada de 10 a 20cm foram observados os menores teores de P no solo sob plantas espontâneas (controle), provavelmente em razão da maior capacidade de ciclagem desse nutriente apresentado pelas leguminosas nessa camada, possivelmente influenciada tanto pela maior massa vegetativa radicular e suas maiores concentrações de nutrientes, quanto pelos efeitos biológicos. Maior disponibilidade de P foi observada em solos nos quais foram incorporadas leguminosas como plantas condicionadoras de solo (CARVALHO, 2005). Algumas leguminosas, como o guandu, contribuem com a liberação de fósforo para o sistema solo-planta, visto que suas raízes produzem exsudados que promovem a liberação do fósforo comumente adsorvido ao solo (AE et al., 1991; AE et al., 1995 e CARVALHO, 2005). Efeitos biológicos, associados a micorrizas e exsudados radiculares, foram evidenciados como responsáveis pelas maiores disponibilidades de P em solos cultivados com leguminosas (SIQUEIRA & FRANCO, 1988).

Os adubos verdes podem aumentar os teores de N no solo e, em muitos casos, substituir parcial ou totalmente a adubação nitrogenada da cultura subsequente (CARVALHO & AMABILE, 2006). Possivelmente, os níveis de adubações de outros nutrientes como P, K, Ca e Mg podem ser diminuídos. Estudos comprovaram que, quando leguminosas foram deixadas junto com as plantas espontâneas, houve maior acúmulo de massa seca e maiores conteúdos de N e Ca que o sistema com apenas as plantas espontâneas, e algumas leguminosas se destacaram quanto à capacidade de cobertura do solo e ao acúmulo de N e P (FÁVERO *et al*., 2001).

Na medida em que se aumenta a profundidade do solo, observam-se teores decrescentes de MO, independentemente da leguminosa cultivada, sendo que na camada de 0 a 5 cm não houve diferenças entre as leguminosas e plantas espontâneas (controle). Já nas camadas de 5 a 10 cm e 10 a 20 cm de solo foram observadas diferenças (TAB. 8). Os maiores teores de MO nas camadas de 0 a 5 cm, 5 a 10 cm e 10 a 20 cm foram encontrados no solo cultivado com calopogônio, com destaque para a camada de 5 a 10 cm que foi maior do que o solo cultivado com estilosantes, e para a camada de 10 a 20 cm que foi maior que o solo cultivado com estilosantes e sob plantas espontâneas (controle), possivelmente em virtude da maior produção de massa seca radicular do calopogônio nessa camada de solo. Os resultados observados corroboram a maior produção de material senescente produzida pelo calopogônio

durante o primeiro ciclo (TEODORO *et al*., 2011a) e segundo ciclo de avaliação (TAB. 5), ocasião de restabelecimento das espécies após o primeiro período de estiagem pós-semeadura. Em contrapartida, em três anos de avaliação com leguminosas, anuais e perenes, não foram observadas alterações nas características físicas e no teor de C orgânico do solo quando comparado com o solo sob plantas espontâneas (NASCIMENTO *et al*., 2005).

No geral, os teores de MO do solo, independentemente da leguminosa, foram baixos, corroborando os resultados observados em solos da região semiárida da Paraíba, onde também foram observados baixos teores de carbono orgânico (CORRÊA *et al*., 2003). Em solos do Arizona, foram observados casos de horizontes que apresentavam CTC maior que outros, com mesmo teor de argila e menor conteúdo de carbono orgânico total, evidenciando que em ambientes semiáridos, nas condições norte-americanas, a densidade de carga dos argilominerais é mais importante para a CTC que o teor de carbono orgânico total do solo, por ser este normalmente muito baixo (JOHNSON *et al*., 1962, apud CORRÊA *et al*., 2003). Já para as condições brasileiras, em razão das diversas classes de solos na região semiárida (OLIVEIRA, 2007), há necessidade de futuras pesquisas relacionando as influências tanto do teor de carbono orgânico total, quanto da densidade de carga dos argilominerais na CTC dos solos. Diferentemente do que ocorre em outras regiões do País, são raros os estudos sobre mineralogia, micromorfologia e caráter quantitativo dos solos da região semiárida (OLIVEIRA, 2007).

Foram observados maiores teores de carbono da matéria orgânica leve (CMOl) na camada de 0 a 5cm nos solos cultivados com calopogônio, cudzu tropical, estilosantes e sob plantas espontâneas (controle), conforme TAB. 8. Esses teores podem estar relacionados com a própria produção de material senescente durante seu ciclo vegetativo anterior, no qual calopogônio e cudzu tropical apresentaram resultados superiores (TAB. 5); como também possivelmente estejam relacionados com a maior relação carbono/nitrogênio (C/N) das plantas espontâneas e do estilosantes, leguminosa aparentemente mais lenhosa. Estudos evidenciaram que os resíduos de amendoim forrageiro apresentaram maior velocidade de decomposição, enquanto as plantas espontâneas mostraram um comportamento mais lento (ESPÍNDOLA *et al*., 2006b). A taxa de decomposição da matéria orgânica, sob as mesmas condições edafoclimáticas, está ligada à relação C/N do material sob esse processo (TORRES *et al*., 2006). Quanto maior for a relação C/N do material vegetal, maior período para a completa mineralização pelos microrganismos será necessário, com consequente demora na sua degradação (RINRTSEN *et al*., 1984). Diante desses resultados, destaca-se a importância de futuras pesquisas relacionadas ao manejo de adubos verdes com relação C/N diferenciada

em solos de ambiente semiárido, tanto focadas nos atributos químicos, como na nutrição de culturas, quanto nos atributos físicos, principalmente no que diz respeito à retenção e armazenamento de água no solo.

Em Lambari, região sul de Minas Gerais, estudos evidenciaram que as leguminosas utilizadas como adubo verde apresentam maior capacidade de reciclagem e mobilização de nutrientes, graças a suas maiores concentrações de nutrientes na massa seca, e ao fato de que a contribuição nas propriedades químicas do solo se dá em espaço de tempo diferente entre as espécies (ALCÂNTARA *et al*., 2000). Porém, os autores observaram que aos 150 dias após a roçada, não foi observado nenhum efeito dos adubos verdes anuais (guandu, crotalária-juncea e braquiária) sobre a fertilidade do solo, o que evidenciou o fim dos efeitos benéficos provenientes de seus processos de decomposição e mineralização. Em contrapartida, no presente trabalho foi observado (TAB. 7 e 8) que esses benefícios podem se estender com o manejo de determinadas leguminosas perenes, e a continuidade desses efeitos irá depender do restabelecimento e da produção de biomassa do adubo verde ao longo do tempo, após sucessivos períodos de estiagem. A capacidade de restabelecimento, via rebrota ou ressemeio, e de senescência da parte aérea das leguminosas perenes permitem compensar, ao longo do tempo, a menor produtividade e capacidade inicial de estocar nutrientes, quando comparada com as espécies anuais, além de dispensar a aquisição de novas sementes (GUERRA *et al*., 1997).

As práticas conservacionistas da matéria orgânica, como adubação verde, são caracterizadas pelo melhor manejo dos resíduos, incorporação dos nutrientes no ciclo biológico e diminuição 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 (PAVAN & CHAVES, 1998).

CONCLUSÃO

O cudzu tropical e a soja perene restabeleceram-se na área, influenciados mais pela rebrota do que pelo ressemeio; o amendoim forrageiro e o estilosantes restabeleceram-se pelos dois métodos propagativos citados; e o calopogônio se restabeleceu praticamente por ressemeio. No entanto, cudzu tropical mostrou ser a melhor opção para a proteção do solo.

Nos cultivos de cudzu tropical e de soja perene ocorreram menores produções de massa seca de plantas espontâneas; nos cultivos de cudzu tropical e de amendoim forrageiro,

menores temperaturas do solo; e no cultivo de calopogônio, maior capacidade de retenção de umidade no solo.

Foram observadas maiores contribuições do calopogônio no aporte de matéria orgânica e N, e na ciclagem dos macronutrientes, por meio do material vegetal senescente, com teores de macronutrientes menores na fase reprodutiva, fato observado em todas as leguminosas.

Foram observados maiores teores de P, K, Mg, SB, pH e MO na camada de 0 a 5cm do solo. Nas camadas de 0 a 5cm, 5 a 10cm e 10 a 20cm foram observados maiores teores de K, Mg, SB, H+Al e T nos solos cultivados com calopogônio, cudzu tropical e soja perene, com o solo sob plantas espontâneas também se destacando para o teor de K. Nas camadas de 0 a 5cm, 5 a 10cm e 10 a 20cm, foram observados menores valores de pH no solo cultivado com cudzu tropical. Nos cultivos de amendoim forrageiro, calopogônio e soja perene foram observados maiores teores de P na camada de 10 a 20cm do solo. O solo cultivado com calopogônio apresentou os maiores teores de MO nas camadas de 0 a 5cm, 5 a 10cm e 10 a 20cm. Já nos solos cultivado com calopogônio, cudzu tropical, estilosantes e sob plantas espontâneas foram observados os maiores teores de carbono da matéria orgânica leve.

REFERÊNCIAS

AE, N.; ARIHARA, J; OKADA, K. Phosphorus uptak mechanism of pigeonea grow in Alfisols and Vertisols. In: JOHANSEN, C.; LEE, K.K.; SAHRAWAT, K.L. (Ed.). **Phosphorus nutrition of grain legumes in the semi arid tropics**. Patancheru: ICRISAT, 1991. p.91-98.

AE, N.; OTANI, T.; ARIHARA, J. Effects of specific compunds exuded from roots on phosphorus nutrition. In: JOHANSEN, C.; LEE, K.K.; SUBBARAO, G.V.; KUENEMAN, E.A. (Ed.). **Genetic manipulation of crop plants to enhance integrated nutrient management in cropping systems**. 1. Phosphorus: proceedings of an FAO-ICRISAT Expert Consultancy Workshop. Patancheru: ICRISAT, p. 117-128, 1995.

ALCÂNTARA, F.A.; FURTINI NETO, A.E.; PAULA, M.B.; MESQUITA, H.A.; MUNIZ, J.A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro degradado. **Pesq. agropec. bras**., Brasília, v.35, n.2, p.277-288, fev. 2000.

ALVARENGA, R.C.; COSTA, L.M.; MOURA FILHO, W. & REGAZZI, A.J. 289 Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de 290 solos. **Pesq. Agropec. Bras**., 30:175-185, 1995.

AMADO, T.J.C.; ALMEIDA, E.X.; DALL'AGNOL, I.; MATOS, A.T. Determinação da cobertura do solo por adubos verdes. Florianópolis, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Santa Catarina, 1987. 6p. (EMPASC. Pesquisa em Andamento, 78) **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 28:207- 213, 2004.

ANDERSON, J. M.; INGRAM, J. S. I. **Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods**. CAB International, Unesco, UK, 171p. 1989.

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.

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.

CARVALHO, A.M. **Uso de plantas condicionadoras com incorporação e sem incorporação no solo: composição química e decomposição dos resíduos vegetais; disponibilidade de fósforo e emissão de gases**. 2005. 199 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Brasília, Brasília.

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

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.; 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)

CORRÊA, M.M.; KER, J.C.; MENDONÇA, E.S.; RUIZ, H.A., BASTOS, R.S. Atributos físicos, químicos e mineralógicos de solos da região das várzeas de Sousa (PB). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p. 311-324, 2003.

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. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1997. 77p.

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

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, 2005a.

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

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. 2006a.

ESPINDOLA, J.A.A.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L.; TEIXEIRA, M.G.; URQUIAGA, S. Decomposição e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** v.30, p.321-328, 2006b.

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.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: ESAL/FAEPE, 227P., 1994.

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. 39 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 20).

GUERRA, J.G.M; TEIXEIRA, M. G. **Avaliação inicial de algumas leguminosas herbáceas perenes para utilização como cobertura viva de solo**. Seropédica: Embrapa-CNPAB, 1997. 7p. (Embrapa-CNPAB. Comunicado Técnico, 16).

IBGE - FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Diagnóstico ambiental da bacia do Rio Jequitinhonha: diretrizes gerais para a ordenação territorial**. Salvador, 64p., 1997.

JOHNSON, W.M.; CADY, J.G. & JAMES, M.S. Characteristics and same Brown Grumusols of Arizona. **Soil Sci. Soc. Am. Proc**., v. 27: p.389-393, 1962.

MASSAD, M.D. **Sistemas de pré-cultivo com Crotalaria na cultura do milho, no médio Vale do Jequitinhonha, MG**. 2010. 34 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Departamento de Agronomia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina/MG, 2010.

MATEUS, G. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; NEGRISOLI, E. Palhada do sorgo de guiné gigante 343 no estabelecimento de plantas daninhas em área de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 344 39, n. 6, p. 539-542, 2004.

MOREIRA, F.M.S. & SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2006.

NASCIMENTO, J.T.; SILVA, I.F.; SANTIAGO, R.D.; SILVA NETO, L.F. Efeito de leguminosas nos atributos físicos e carbono orgânico de um Luvissolo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** , v.29, p.825-831, 2005.

OLIVEIRA, F.R.; DUARTE, U.; MENEGASSE, L.N. Levantamento hidrológico da área de Araçuaí no médio vale do Jequitinhonha-MG. **Revista Águas Subterrâneas**, n.16, p. 39-56, 2002.

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.

OLIVEIRA, N. G. de. **Plantio direto de alface e feijão vagem sobre coberturas vivas perenes de gramínea e leguminosa sob manejo orgânico**. 2004. 107 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica/RJ.

OLIVEIRA, N.G.; DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D.L.; GUERRA, J.G.M. Feijão-vagem semeado sobre cobertura viva perene de gramínea e leguminosa e em solo mobilizado, com adubação orgânica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.9, p.1361-1367, set. 2006.

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, p.1501-1505, 2007.

OLIVEIRA, L. B. **Mineralogia, micromorfologia, gênese e classificação de Luvissolos e Planossolos desenvolvidos de rochas metamórficas no semi-árido do Nordeste brasileiro**. 2007. 169 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG.

PADOVAN, M.P.; ALMEIDA, D.L.; GUERRA, J.G.M.; RIBEIRO, R.L.D.; OLIVEIRA, F.L.; SANTOS, L.A.; ALVES, B.J.R.; SOUTO, S.M. Decomposição e liberação de nutrientes de soja cortada em diferentes estádios de desenvolvimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.4, p.667-672, abr. 2006.

PADOVAN, M.P.; ALMEIDA, D.L.; GUERRA, J.G.M.; ALVES, B.J.R.; RIBEIRO, R.L.D.; OLIVEIRA, F.L.; SANTOS, L.A.; SOUTO, S.M. **Determinação da melhor época de corte da soja cultivar Celeste para uso como adubo verde**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, nov. 2005. 8p. (Embrapa CNPAB. Circular Técnica, 13).

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).

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, 2002.

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. **Revista Agronomia**, v.38, n. 1, p. 27 - 31, 2004.

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

PERIN, A.; TEIXEIRA, M. G.; GUERRA, J. G. M. **Avaliação inicial de algumas leguminosas herbáceas perenes para utilização como cobertura viva permanente de solo. II. Amendoim forrageiro, Galáxia e Centrosema**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, dez. 1998. 6p. (Embrapa CNPAB. Comunicado Técnico, 28).

PERIN, A.; TEIXEIRA, M.G.; GUERRA, J.G.M. Desempenho de algumas leguminosas com potencial para utilização como cobertura permanente de solo. **Revista 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. 549p.

QUAGGIO, J.A.; RAIJ, B. van. Comparação de métodos rápidos para a determinação da matéria orgânica em solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.3, n.3, p.184-187, set./dez. 1979.

REINRTSEN, S.A.; ELOTT L.F.; COCHR NA, V.L. Role of available carbon and nitrogen in determining the rate of wheat straw decomposition. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.16, n.5, p.459-464, 1984.

SIDIRAS, N. & PAVAN, M.A. Influência do sistema de manejo na temperatura do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 10, p. 378, Campinas, SP, set./dez., 1986.

SIQUEIRA, J.O. & FRANCO, A.A. **Biotecnologia do solo**: fundamentos e perspectivas. Brasília: Ministério da Educação e Cultura, 1988. 235 p.

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

TEODORO, R.B. **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.

TEODORO, R.B.; OLIVEIRA, F.L.; SILVA, D.M.N.; FÁVERO, C.; QUARESMA, M.A.L. Leguminosas herbáceas perenes para utilização como coberturas permanentes de solo na Caatinga Mineira. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p.292-300, 2011a.

TEODORO, R.B.; OLIVEIRA, F.L.; SILVA, D.M.N.; FÁVERO, C.; QUARESMA, M.A.L. Aspectos agronômicos de leguminosas para adubação verde no cerrado do alto vale do Jequitinhonha. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p.635-643, 2011b.

TESTA, V.M.; TEIXEIRA, L.A.J.; MIELNICZUK, J. Características químicas de um Podzólico Vermelho-Escuro afetadas por sistemas de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.1, n.16, p.107-114, jan./abr. 1992.

TIWARI, K.N.; TIWARI, S.P.; PATHAK, A.N. Studies on green manuring of rice in double cropping system in a partially reclained saline sodic soil. **Indian Journal of Agronomy**, Palampur, v.25, n.1, p.136-145, mar. 1980.

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.

ARTIGO CIENTÍFICO II

CULTIVO DE QUIABEIRO EM CONSÓRCIO COM LEGUMINOSAS HERBÁCEAS PERENES NO MÉDIO JEQUITINHONHA

RESUMO

As monoculturas caracterizam-se pelo aproveitamento desequilibrado dos recursos disponíveis e pela ruptura de uma série de relações tróficas que auxiliam na estabilidade do ecossistema. Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o cultivo do quiabeiro em consórcio com leguminosas herbáceas perenes, sob manejo orgânico. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos pelo monocultivo do quiabeiro (controle) e cultivo consorciado com cudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*), soja perene (*Glycine wightii*), calopogônio (*Calopogonium muconoides*), amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*), estilosantes campo grande (*Stylosanthes capitata* e *Stylosanthes macrocephala*). Após estiagem, com início do restabelecimento, o cudzu tropical apresentou maior produção de massa seca antes do corte/roçada. No entanto, calopogônio e amendoim forrageiro restabeleceram-se melhor, após o corte/roçada, no cultivo consorciado com o quiabeiro. Os cultivos de quiabeiro consorciado com cudzu tropical e com soja perene promoveram menores produções de massa seca de plantas espontâneas. Os cultivos de quiabeiro consorciado com amendoim forrageiro e com calopogônio promoveram menor temperatura do solo e os cultivos consorciados com as leguminosas, com exceção do estilosantes, promoveram maior retenção da umidade no solo. O cultivo em consórcio com soja perene e com cudzu tropical proporcionou maiores alturas de plantas de quiabeiro. No entanto, o uso de soja perene como planta de cobertura proporcionou aumento no número e na produtividade de frutos de quiabeiro por colheita, por consequência maior produtividade final e melhor padrão de frutos colhidos.

Palavras chave: *Abelmoschus esculentus.* Plantas de cobertura. Adubação verde.

ABSTRACT

OKRA CROP INTERCROPPED WITH PERENNIAL HERBACEOUS LEGUMINOUS IN MÉDIO JEQUITINHONHA

Monocrops are characterized by the disorganized use of available resources and by the break of several trophic relations that help on ecosystem estability. This study was carried out in order to evaluate okra crop intercropped with perennial herbaceous leguminous under organic management. Treatments constituted by okra monocrop (control) and intercropped with tropical kudzu (Pueraria phaseoloides), perennial soybean (Glycine wightii), calopo (Calopogonium muconoides), forage peanut (Arachis pintoi), stylosanthes (Stylosanthes capitata and Stylosanthes macrocephala) were arranged in a randomized block design, with four replicates. After dry time, initializing re-establishment, tropical kudzo showed higher dry matter production before cutting. However, calopo and forage peanut were re-established better after cutting when intercropped with okra. Okra crops intercropped with tropical kudzu and with perennial soybean promoted smaller weed dry matter. When intercropped with forage peanut and calopo they promoted smaller soil temperature and crops intercropped with leguminous, except stylosanthes, promoted higher retention of soil humidity. The crop intercropped with perennial soybean and tropical kudzu provided higher okra plants height. However, using perennial soybean as coverage plant provided increases on number and productivity of okra fruit per harvest, and consequently, higher final productivity and better pattern of harvested fruits.

Keywords**:** *Abelmoschus esculentus.* Cover plants. Green manure.

INTRODUÇÃO

As monoculturas caracterizam-se pelo aproveitamento desequilibrado dos recursos disponíveis e pela ruptura de uma série de relações tróficas que auxiliam na estabilidade do ecossistema (EHLERS, 1999). Nesse aspecto, a adubação verde com leguminosas retém umidade, incorpora matéria orgânica e nitrogênio (N) e recicla nutrientes das camadas mais profundas do solo, além de fornecer outros benefícios amplamente reconhecidos, como a substituição parcial da adubação química (OLIVEIRA, 2001; RIBAS *et al*., 2003; FONTES, 2005; TEODORO *et al*., 2011). Leguminosas utilizadas como adubo verde proporcionam boa cobertura do solo, diminuindo riscos de perdas por erosão e atenuando impactos da competição com ervas espontâneas nas lavouras (RIBAS *et al*., 2003).

O uso da adubação verde com leguminosas, na forma de pré-cultivo, é capaz de promover aumento de produtividade em hortaliças (OLIVEIRA, 2003). Contudo, a obrigatoriedade de manutenção de áreas sem retorno alimentar e financeiro, por períodos relativamente longos, constitui fator limitante à adoção dessa prática pelos agricultores familiares (RIBAS *et al*., 2003), principalmente das regiões semiáridas, que possuem o período chuvoso concentrado em poucos meses do ano. Nesse sentido, a adequação da adubação verde em sistema de consórcio com hortaliças torna-se importante para superar tais dificuldades (HÖDTKE *et al*., 1999). O consórcio de leguminosas anuais e semianuais beneficiou os cultivos de quiabeiro, inhame, milho verde e couve (RIBAS *et al*., 2003; OLIVEIRA *et al*., 2004; OLIVEIRA *et al*., 2006; SILVA *et al*., 2011).

Uma possibilidade de consórcio consiste no uso de coberturas vivas com leguminosas herbáceas perenes em áreas com hortaliças. O plantio direto de alface e feijão vagem sobre coberturas vivas de amendoim forrageiro e grama batatais (*Paspalum notatum*) evidenciou que tal prática pode substituir o cultivo dessas hortaliças em canteiros, favorecendo maior proteção do solo sem causar prejuízos em termos de produtividade (OLIVEIRA, 2004). Os consórcios de pimenta com as leguminosas perenes calopogônio (*Calopogonium mucunoides*) e cudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*), cortadas aos 110 dias após a semeadura, resultaram em produtividades similares às obtidas com a aplicação de 120 e 240 kg ha^{-1} de nitrogênio (SANTOS *et al*., 2004).

O uso da adubação verde nas unidades de produção orgânica ou familiar é uma estratégia importante com elevado potencial de impacto na produtividade das culturas e na conservação do solo, porém, pesquisas sobre consórcio simultâneo ou rotativo de adubos

verdes com hortaliças são ainda restritas no Brasil (SILVA *et al*., 2011). Para a grande maioria das hortaliças a carência de informações sobre competição por luz, nutrientes e principalmente água, exercida pelos adubos verdes, ainda é maior em ambientes semiáridos, bem como sobre a liberação de nutrientes e sua absorção pelas culturas e o potencial de retenção de umidade no solo após sua roçada ou consórcio, visto que a maioria das pesquisas citadas foi realizada em ambiente úmido, em região de mata atlântica.

O quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) pertence à família das Malváceas, apresenta ciclo rápido, crescimento indeterminado, precocidade na produção e um período relativamente longo de colheita, resistência às pragas e doenças, e tolerância ao calor, situando-se entre as hortícolas de alto valor alimentício, fácil cultivo, alta rentabilidade e de custo relativamente baixo (COSTA *et al*., 1981; RESENDE, 1986; MOTA *et al*., 2000; OLIVEIRA *et al*., 2003; FILGUEIRA, 2008). Devido a esses fatores, o quiabeiro tem sido cultivado principalmente por agricultores familiares e orgânicos, e com grande potencial tanto para a dieta familiar, quanto para o mercado (RIBAS *et al*., 2002). Hortaliça originária da África é cultivada nos trópicos, subtrópicos e regiões quentes de zonas temperadas do mundo, e no Brasil é apreciada por grande parte da população. Seus frutos são utilizados na culinária tradicional, principalmente em pratos típicos regionais (CAMCIUC *et al*., 1998; AMJAD *et al*., 2001; PREMSEKHAR e RAJASHREE, 2009; SANTOS-CIVIDANES *et al*., 2011).

O crescimento, a produção e a qualidade dessa hortaliça estão relacionados à aplicação de fertilizantes, com destaque para a fertilização orgânica, que traz diversos benefícios como melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo e sustentabilidade do sistema produtivo (TAVARES, 1999; PENTEADO, 2000; OLIVEIRA *et al*., 2003; RIBAS *et al*., 2003, OLIVEIRA *et al*., 2007, PASSOS *et al*., 2008; PREMSEKHAR e RAJASHREE, 2009). Outro manejo com influência na produção do quiabeiro é a densidade de plantio, que pode alterar a arquitetura das plantas, como número de emissões de ramos produtivos e número de flores e frutos emitidos por planta (SETUBAL *et al*., 2004). Diante disso, acredita-se que o consórcio de leguminosas utilizadas na adubação verde possa influenciar nesse comportamento do quiabeiro, visto que a densidade de plantas em consórcio e a competição com o quiabeiro podem variar de acordo com o comportamento de cada leguminosa.

Diante do exposto, o presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o cultivo de quiabeiro em consórcio com leguminosas herbáceas perenes, em manejo orgânico, nas condições do semiárido mineiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental da Escola Família Agrícola de Jacaré (EFAJ), em Itinga, MG, com o seguinte ponto de referência: 16º28`04” S e 41º59`50” W, 672 m de altitude, região do médio vale do Jequitinhonha, caracterizada pela semiaridez, com precipitações anuais abaixo de 1.000mm, concentradas nos meses de verão (FIG. 1).

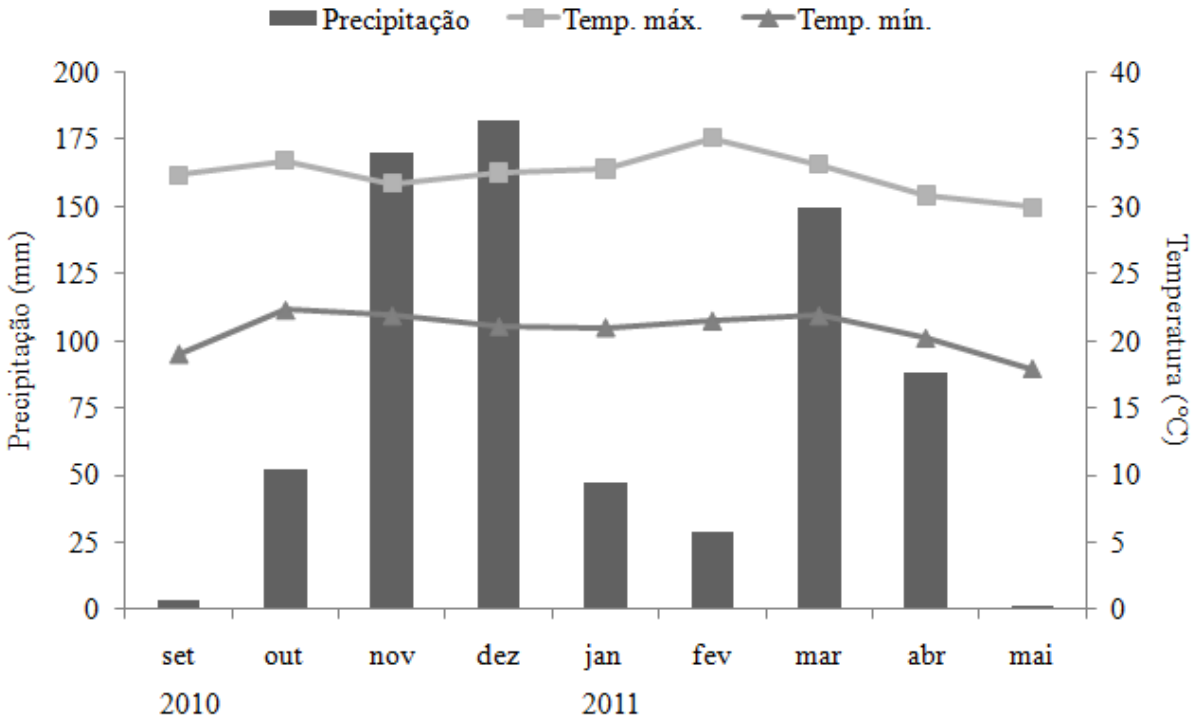

Figura 1- Médias mensais de precipitação (mm), temperatura máxima e mínima (°C), observadas no período de setembro de 2010 a maio de 2011, em Itaobim-MG. Fonte: INMET, 2011.

O solo da área foi classificado como Argissolo Amarelo (EMBRAPA, 1999), cujas características granulométricas (0-20 cm) apresentaram 64% de areia, 10% de silte e 26% de argila. Aos 690 dias após a semeadura das leguminosas foram realizadas análises químicas do solo (TAB. 1).

TABELA 1
Resultados da análise química dos solos cultivados com diferentes leguminosas, nas camadas de 0 a 5 cm, 5 a 10 cm e 10 a 20 cm do solo (690 dias após a semeadura). UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2010/2011

Leguminosa	pH	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	t	V	MO
	água	--- .mg dm^{-3} ---		---------- $cmol_c$ dm^{-3} ----------					- % -	dag kg^{-1}
				0 a 5 cm						
Cudzu	6,2	57,7	279,3	2,9	1,3	2,4	4,9	4,9	67,3	1,4
Calopogônio	6,4	51,8	321,4	3,8	1,6	2,3	6,3	6,3	73,0	2,0
A. Forrageiro	6,6	67,4	265,0	3,7	1,0	1,5	5,3	5,4	78,3	1,8
S. Perene	6,6	55,0	327,4	3,2	1,3	2,7	5,3	5,3	66,8	1,6
Estilosantes	6,6	59,4	187,2	3,3	0,7	1,5	4,5	4,5	75,0	1,4
Controle	6,9	59,9	416,0	3,4	0,4	1,4	4,9	4,9	75,3	1,9
				5 a 10 cm						
Cudzu	6,0	46,0	245,8	3,0	1,3	2,4	5,0	5,0	67,3	1,1
Calopogônio	6,3	36,8	223,8	3,4	1,4	2,5	5,4	5,4	68,5	1,3
A. Forrageiro	6,4	53,2	179,2	3,1	0,6	1,9	4,1	4,2	68,5	1,0
S. Perene	6,2	44,9	192,3	2,6	1,0	2,1	4,1	4,2	67,0	0,8
Estilosantes	6,5	35, 7	160,2	3,1	0,6	1,7	4,1	4,1	70,3	0,7
Controle	6,4	37,1	320,0	2,9	0,6	1,7	4,3	4,4	72,3	1,1
				10 a 20 cm						
Cudzu	6,1	36,9	245,8	3,0	1,4	2,3	5,0	5,0	68,0	0,9
Calopogônio	6,2	43,2	247,0	3,3	1,4	2,9	5,3	5,4	65,5	1,0
A. Forrageiro	6,2	55,2	164,3	3,0	0,5	1,9	3,9	3,9	67,8	0,7
S. Perene	6,2	42,9	184,6	2,7	1,0	2,5	4,2	4,2	63,3	0,7
Estilosantes	6,5	34, 4	189,8	3,4	0,5	1,7	4,3	4,4	72,0	0,5
Controle	6,3	28,0	324,7	2,9	0,5	1,7	4,2	4,3	71,3	0,6

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições, e os tratamentos constituídos pelo monocultivo do quiabeiro (controle) e cultivo consorciado com as leguminosas herbáceas perenes: cudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*), soja perene (*Glycine wightii*), calopogônio (*Calopogonium muconoides*), amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*), estilosantes campo grande (*Stylosanthes capitata* e *Stylosanthes macrocephala*). A área de cada parcela foi de $9m^2$ (3m x 3m).

As leguminosas foram semeadas em dezembro de 2008 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. Elas foram roçadas no momento do plantio do quiabeiro, final de novembro de 2010 (720 dias após a semeadura das leguminosas), tendo sua fitomassa deixada sobre o solo como forma de adubação verde. Dessa data em diante o quiabeiro foi cultivado sobre a cobertura viva do solo com as leguminosas perenes na forma de consórcio permanente.

A cultivar de quiabeiro utilizada foi a “Santa Cruz 47”, com o desbaste das plântulas sendo realizado aos 20 dias após a semeadura direta, mantendo o espaçamento de 1,0 m entre

linhas e 0,25m entre plantas (FILGUEIRA, 2008). A quebra da dormência das sementes foi feita imergindo as sementes em água durante 24 horas, na véspera do plantio (FILGUEIRA, 2008). As seis plantas centrais de cada parcela representaram a área útil. Com o intuito de favorecer o início do crescimento do quiabeiro foi realizada uma adubação com 400 gramas por planta de esterco bovino, o que representa metade da adubação orgânica de plantio recomendada por Souza (2003). O esterco bovino continha os seguintes nutrientes: 10,14 g kg^{-1} de N; 0,76 g kg^{-1} de P; 2,28 g kg^{-1} de K; 1,29 g kg^{-1} de Ca e 0,66 g kg^{-1} de Mg.

No momento do semeio do quiabeiro, foi observada a massa seca incorporada com o corte das leguminosas. A determinação foi realizada após secagem da massa verde em estufa, com ventilação de ar forçada à temperatura de 65 ºC, por 72 horas. Os macronutrientes aportados pelo corte das leguminosas foram estimados utilizando os teores de macronutrientes contidos na fitomassa aérea das leguminosas dessa mesma área, obtidos por Teodoro (2010) no primeiro ciclo de avaliação.

A capacidade de rebrota das leguminosas, após o corte, foi quantificada através da taxa de cobertura viva do solo, determinada aos 110 dias após a roçada, pelo método do número de interseções descrito por Fávero (1998), o qual foi constituído por um quadro de madeira de 1 m^2 contendo uma rede de barbante, espaçado de 10 cm, definidos 100 pontos, e a leitura da cobertura feita diretamente em percentagem.

A capacidade de redução de massa seca das plantas espontâneas pelas leguminosas foi realizada no m² central das parcelas, aos 20, 50 e 110 dias após a semeadura do quiabeiro (DASq). A massa seca foi determinada após secagem em estufa, com ventilação de ar forçada à temperatura de 65ºC por 72 horas. Após cada avaliação, as plantas espontâneas foram capinadas (manualmente e com auxílio de enxada) e deixadas sobre o solo.

As temperaturas do solo foram observadas na profundidade de 5cm, aos 80, 110 e 150 DASq. As leituras foram instantâneas, com auxílio de termômetro digital, modelo SoloTerm 1200, que utiliza sonda metálica, realizadas às 12h.

A umidade volumétrica do solo foi observada na camada de 0 a 5cm de profundidade, aos 50 e 150 DASq. Os volumes de água retida no solo foram coletados na época de safra da região (período chuvoso), em momentos desse período na qual as plantas estão mais vulneráveis ao estresse hídrico, no veranico de janeiro (50 DASq - 17/01/11) e no final da época chuvosa (150 DASq - 29/04/11). O volume de água no solo foi determinado indiretamente pela densidade aparente do solo pelo método padrão de estufa (BERNARDO *et al*., 2006).

A altura do quiabeiro foi observada através da média dos valores coletados nas seis plantas centrais de cada parcela. As alturas foram coletadas durante o período de colheita (SEDIYAMA *et al*., 2009) com auxílio de uma fita métrica. Também foram avaliados peso médio, número e produtividade de frutos do quiabeiro.

A colheita do quiabeiro se estendeu pelos meses de fevereiro (09/02/11) a início de maio (11/05/11), quando as plantas apresentavam idade entre 75 DASq e 165 DASq. O comprimento dos frutos colhidos foi mensurado, tomando por base as normas de classificação dessa hortaliça sugerida por Hortibrasil (2002). Cada classe varia de acordo com o comprimento do fruto: Classe 5: inferior ou igual a 6cm; Classe 6: maior que 6 e menor ou igual a 9cm; Classe 9: maior que 9 e menor ou igual a 12cm; e Classe 12: maior que 12 e menor ou igual a 15cm.

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a roçada das leguminosas foram incorporadas ao solo as quantidades de 3,74 t ha^{1} de massa seca pelo cudzu tropical, 1,55 t ha^{-1} de massa seca pela soja perene, 1,30 t ha^{-1} de massa seca pelo amendoim forrageiro, 0,78 t ha^{-1} de massa seca pelo estilosantes e 0,27 t ha^{-1} de massa seca pelo calopogônio (TAB. 2). Como as leguminosas foram roçadas no momento do semeio do quiabeiro, realizado no início do período chuvoso, esses adubos verdes tiveram um período curto de umidade para que pudessem se restabelecer e acumular grandes quantidades de matéria seca; mesmo assim, alguns adubos verdes aportaram significativas quantidades de macronutrientes através do corte de sua massa vegetativa. Podemos destacar o potencial de acúmulo de matéria seca e macronutrientes do cudzu tropical, soja perene e amendoim forrageiro, ocorrido no início do restabelecimento dessas leguminosas, que significou um aporte considerável de nutrientes ao solo com a realização da roçada. Essas três leguminosas puderam contribuir, em média, com 47,5% do nitrogênio, 26,4% do fósforo e 75,7% do potássio exigido pela cultura do quiabeiro para uma produtividade esperada entre 15 a 20 t ha^{-1}, que segundo a CFSEMG (1999), nas condições edáficas locais, seria de 120kg ha^{-1} de nitrogênio, 16kg ha^{-1} de fósforo e 49,8kg ha^{-1} potássio. Deve-se destacar que nas

parcelas também se encontrava material vegetal senescente, depositado no solo pelas leguminosas durante o período de estiagem anterior.

TABELA 2
Acúmulo de massa seca (MS) e estimativa de macronutrientes da parte aérea das leguminosas no momento da roçada, e taxa de cobertura verde do solo (CVS) aos 110 dias após o corte. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2010/2011

Leguminosa	MS	N	P	K	Ca	Mg	CVS
	t ha^{-1}	---------- kg ha^{-1} ----------					-- % --
Cudzu tropical	3,74 a[1]	101 a	7,2 a	60 a	37 a	36 a	19,5 c
Soja perene	1,55 b	38 b	3,2 b	28 b	20 b	15 b	33,3 b
Amendoim for.	1,30 bc	32 bc	2,3 b	25 b	16 bc	12 b	94,0 a
Estilosantes	0,78 cd	14 cd	1,8 bc	11 c	9 cd	4 c	0,0 d
Calopogônio	0,27 d	7 d	0,6 c	4 c	4 d	2 c	95,3 a
CV %	24,2	22,5	21,7	22,4	22,2	22,8	11,0

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

Diante das condições edafoclimáticas da região, esse aporte de nutrientes associado a benefícios físicos no solo, como umidade e temperatura, via adubação verde, apresenta-se como um manejo promissor de convivência com o semiárido para a agricultura familiar do médio vale do Jequitinhonha. A planta é mal nutrida se, apesar de existir o suficiente em água no solo, tem dificuldade em absorvê-la por não possuir pressão osmótica suficiente (PRIMAVESI, 1999). Este caso ocorre em solos pobres, não adubados; e também se a planta é bem nutrida, mas a concentração da solução do solo é alta. Isto ocorre em terras adubadas comercialmente ou em época de seca quando a água do solo diminui. Segundo a autora, a planta terá dificuldade em absorver água no momento em que a temperatura do solo e do ar sobe, por existir pouca diferença de concentração entre a solução externa, do solo, e a interna, da célula. Com isso, a planta sofre a falta de água com facilidade.

Após o corte, as leguminosas demonstraram diferentes potenciais de restabelecimento em consórcio com o quiabeiro (TAB. 2). O calopogônio e amendoim forrageiro restabeleceram-se bem. No caso do calopogônio, principalmente através de germinação proporcionada pelo banco de sementes depositado no solo com a deiscência das vagens, e o amendoim forrageiro, principalmente pela rebrota. Aos 110 dias após o corte, essas espécies apresentaram mais de 90% de cobertura verde do solo. A soja perene apresentou restabelecimento intermediário, em torno de 33,3% de cobertura verde, e o cudzu tropical 19,5%. Já o estilosantes apresentou o menor potencial de restabelecimento, 0% de cobertura verde. Isto se deve provavelmente ao estresse ocasionado pela roçada realizada rente ao solo,

comprometendo dessa forma o restabelecimento dessas espécies, bastante influenciado pela rebrota, conforme discutido no capítulo anterior dessa dissertação. Essa observação permite afirmar que o manejo de roçadas das leguminosas perenes, quando em cultivos sucessivos, é prática que ainda precisa ser estudada, pois aparentemente teria necessidade de momento e altura de corte diferenciado para cada leguminosa.

Aos 20 dias após a semeadura do quiabeiro (DASq), nos cultivos consorciados com cudzu tropical, com soja perene e com amendoim forrageiro foi observada menor produção de massa seca de plantas espontâneas (FIG. 2). A menor produção de massa seca de plantas espontâneas em áreas manejadas com adubação verde pode ocorrer pelas excreções radiculares, pela modificação química e física do solo, pelo sombreamento e pelo extrato lixiviado do material roçado, podendo ser utilizados para o manejo integrado de plantas espontâneas (PRIMAVESI, 1999; SEVERINO & CHRISTOFFOLETI, 2004). Porém, ressalta-se que também poderão ocorrer sobre plantas cultivadas, efeitos supressivos e alelopáticos.

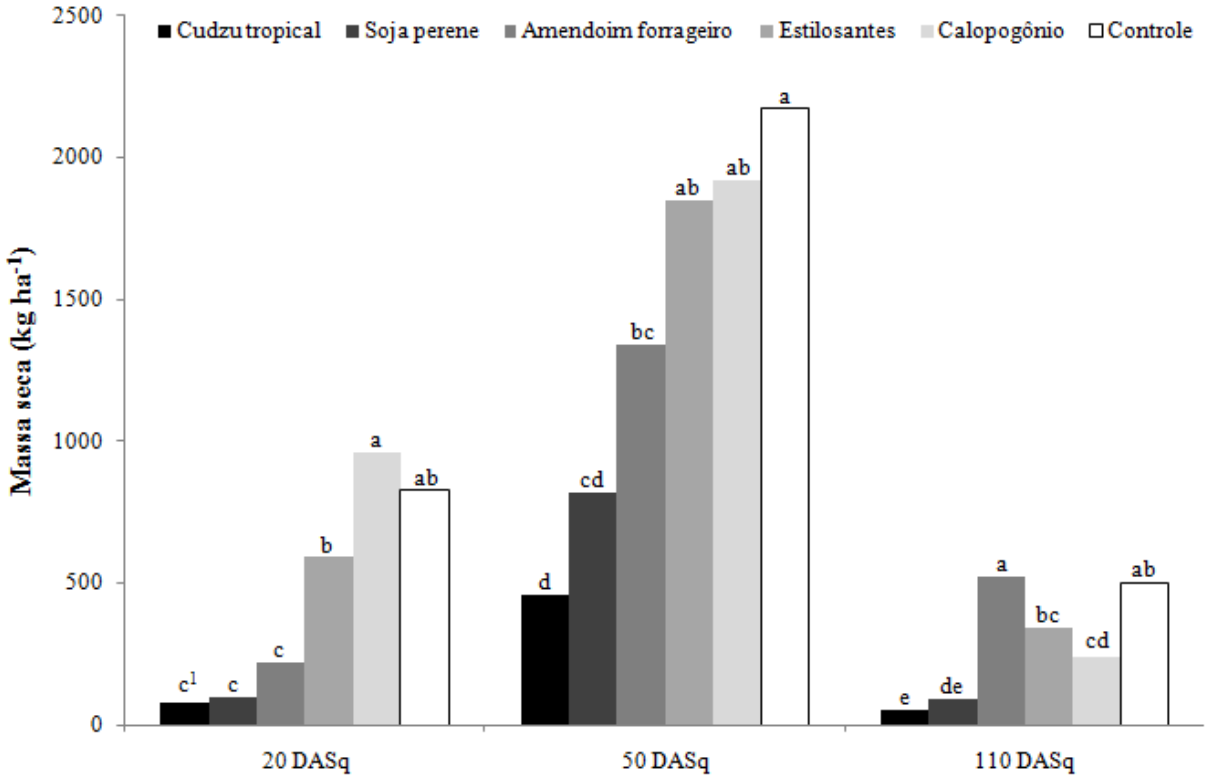

Figura 2- Produção de massa seca da parte aérea de plantas espontâneas em cultivo de quiabeiro consorciado com diferentes leguminosas, aos 20, 50 e 110 dias após a semeadura do quiabeiro (DASq). UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2010/2011.
[1] Valores seguidos de letras iguais, na mesma idade, não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Aos 50 DASq nos cultivos consorciados com cudzu tropical e com soja perene foi observada menor produção de massa seca de plantas espontâneas, enquanto os cultivos consorciados com as demais leguminosas não diferiam entre si, com destaque para o cultivo consorciado com amendoim forrageiro, observando-se menor produção de massa seca de plantas espontâneas em relação ao monocultivo de quiabeiro (controle) conforme FIG.2. Deve-se atentar para o potencial de restabelecimento, após período de estiagem, do cudzu tropical, da soja perene e do amendoim forrageiro, que conseguiram acumular, antes da roçada, maior quantidade de massa seca em período curto de umidade (início das chuvas), corroborando a menor produção de massa seca de plantas espontâneas. Aos 50 DASq observou-se a maior produção de massa seca de plantas espontâneas em todos os cultivos consorciados com as leguminosas, mesmo que algumas em menor valor que o monocultivo de quiabeiro, em relação aos 20 DASq. Isso possivelmente ocorreu em função da diminuição da cobertura do solo, influenciada pela decomposição da massa vegetal roçada das leguminosas e em função da umidade no solo nesse período ser favorável à presença das plantas espontâneas de forma geral.

Aos 110 DASq percebeu-se que novamente nos cultivos consorciados com cudzu tropical e soja perene ocorreram menores produções de massa seca de plantas espontâneas (FIG. 2). Deve-se destacar que, nesse período, a produção de massa seca das plantas espontâneas no cultivo consorciado com calopogônio foi igual ao consórcio com soja perene. Aos 110 DASq, foi observada maior cobertura viva do solo pelo calopogônio (TAB. 2), corroborando a menor produção de massa seca pelas plantas espontâneas em relação às avaliações passadas (FIG. 2). Nesse período, em todos os cultivos foi observada menor produção de massa seca de plantas espontâneas em relação aos 50 DASq, possivelmente em razão do estágio mais avançado de desenvolvimento das leguminosas e do quiabeiro, favorecendo a competição pelos recursos disponíveis e, consequentemente, colaborando para menor produção de massa seca de plantas espontâneas nos cultivos. Essa menor produção de massa seca de plantas espontâneas também pode estar relacionada à ocorrência do veranico e à má distribuição de chuva após esse fenômeno de estiagem. A partir dos 110 DASq a presença de plantas espontâneas em todas as áreas foi insignificante.

A massa vegetal aportada pelas leguminosas após o corte ajudou a reduzir a produção de massa seca de plantas espontâneas, principalmente no início do cultivo do quiabeiro, diminuindo a competição por recursos disponíveis, com destaque para a água, diante das condições edafoclimáticas da região. Estudos evidenciaram os benefícios do manejo com coberturas mortas do solo no cultivo orgânico de cenoura, especialmente com resíduos de

leguminosas, quando tal prática reduziu eficazmente a presença de plantas espontâneas presentes na área (SANTOS *et al.*, 2011).

O método de manter completamente limpos os cultivos aumenta a respiração porque aumenta a insolação no solo, o que causa seu maior aquecimento e consequentemente maior evaporação de água, além disso, a capina mecânica fere as raízes das culturas, o que também contribui para o aumento da respiração e consequentemente para um maior consumo de água pela cultura (PRIMAVESI, 1999). Diante disso, e das condições edafoclimáticas da região, deve-se destacar a importância de se utilizar adubos verdes como cobertura viva do solo para as culturas, contribuindo para uma menor presença de plantas espontâneas e, consequentemente, diminuindo gastos e mão de obra com seu controle, além de contribuir para uma maior otimização do uso da água, principal recurso limitante para a atividade agropecuária da região (OLIVEIRA *et al.*, 2002).

Apesar de não serem observadas diferenças em algumas épocas do ciclo do quiabeiro, sempre se observam menores temperaturas do solo nos cultivos consorciados com as leguminosas em relação ao monocultivo do quiabeiro, com exceção do consórcio com estilosantes (TAB. 3), possivelmente em razão da sua menor rebrota após a roçada rente ao solo (TAB. 2).

TABELA 3
Temperatura e umidade volumétrica do solo em cultivo de quiabeiro consorciado com diferentes leguminosas, em diferentes épocas. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2010/2011

Leguminosa	---------- Temperatura (°C) ----------			Volume de água (mm^3 cm^{-3})	
	80 DASq[2]	110 DASq	150 DASq	50 DASq	150 DASq
Cudzu trop.	28,4 b[1]	28,7 a	26,9 bc	127 ab	146 bc
Soja perene	28,8 b	29,0 a	25,9 abc	127 ab	149 bc
Amendoim f.	26,4 a	29,0 a	25,5 ab	152 a	215 a
Estilosantes	28,4 b	30,5 a	27,3 bc	82 bc	138 bc
Calopogônio	27,8 b	28,9 a	24,5 a	170 a	166 b
Controle	28,2 b	30,7 a	27,9 c	68 c	126 c
CV%	1,8	3,7	3,9	17,1	10,2

[1] Valores seguidos de letras iguais, dentro da coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$)
[2] DASq: Dias após a semeadura do quiabeiro

Aos 80 DASq somente no cultivo de quiabeiro consorciado com amendoim forrageiro observou-se temperatura do solo inferior às observadas nos solos cultivados com as demais leguminosas, provavelmente devido à maior cobertura do solo. Aos 110 DASq não houve diferença entre as temperaturas observadas nos solos, possivelmente em razão da maior precipitação no mês de março em relação a fevereiro (80 DASq) e abril (150 DASq) de 2011

(FIG. 1), contribuindo dessa forma para uma temperatura mais homogênea do solo. Em fase mais avançada de rebrota/germinação após a roçada (150 DASq), as áreas de quiabeiro consorciadas com calopogônio, com amendoim forrageiro e com soja perene se destacaram na redução da temperatura do solo, possivelmente em virtude de seu potencial de restabelecimento após a roçada, corroborando os resultados de maior cobertura viva do solo aos 110 DASq (TAB. 2). Deve-se destacar que nessa época, com exceção do estilosantes, todas as leguminosas, inclusive o quiabeiro, apresentaram maior desenvolvimento em relação às avaliações anteriores, o que contribuiu para maior cobertura e consequentemente menor temperatura do solo.

Ressalta-se que as temperaturas se mantiveram, na média, em valores abaixo de 40 °C, temperatura do solo a partir da qual são consideradas inadequadas para o desenvolvimento das plantas (SIRIDANS & PAVAN, 1986). As altas temperaturas e incidência de ventos aumentam a evapotranspiração nas áreas cultivadas (PRIMAVESI, 1999), podendo tais efeitos serem minimizados pelo sombreamento e barreira física proporcionados pela adubação verde consorciada às culturas.

Os resultados, mesmo que iniciais para esse tipo de consórcio, demonstram que as espécies contribuem com a redução da temperatura no solo, o que reforça o potencial de uso de leguminosas herbáceas perenes como cobertura permanente de solo como uma alternativa interessante para o agricultor, principalmente para situação da caatinga, onde as altas temperaturas do solo podem causar estresses nas plantas, muitas vezes limitando algumas atividades agrícolas.

Aos 50 DASq todos os cultivos consorciados com leguminosas, com exceção do estilosantes, apresentaram maiores volumes de água no solo em relação ao solo do monocultivo de quiabeiro. Já aos 150 DASq, somente nos cultivos consorciados com amendoim forrageiro e com calopogônio observaram-se maiores volumes de água no solo, provavelmente devido ao melhor restabelecimento e cobertura dessas espécies após o a roçada rente ao solo. A presença da cobertura viva proporcionada pela rebrota/germinação de algumas leguminosas, associada à cobertura morta deixada após a roçada das leguminosas, evidencia o potencial de algumas espécies, manejadas em consórcio permanente com o quiabeiro, em conservar a umidade do solo na situação da caatinga mineira.

O consórcio com leguminosas perenes pode ser uma ferramenta interessante para conservação da umidade em áreas de cultivos, principalmente nos veranicos, épocas de menores índices pluviométricos no período de safra, podendo influenciar positivamente na produtividade da cultura consorciada, visto que a água é o principal recurso limitante para a

atividade agropecuária da região (OLIVEIRA *et al.*, 2002). Foram observados maiores volumes de água acumulados nos solos cultivados com amendoim forrageiro e com calopogônio, o que pode estar relacionado à maior cobertura do solo (TAB. 2) e redução de temperatura proporcionada por essas leguminosas (TAB. 3). 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 (STRECK *et al.*, 1994). Os resíduos vegetais promovem 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 (OLIVEIRA & SOUZA, 2003). Estudos evidenciaram que, quando foi deixada uma maior quantidade de resíduos vegetais sobre o solo, foi observada uma variação de água de 1,2% superior ao solo descoberto (BORTOLUZZI & ELTIZ, 2000).

Em clima tropical, a água transpirada pelas culturas, muitas vezes, é menor que a evaporada diretamente do solo (PRIMAVESI, 1999). Diante disso, a utilização de plantas de cobertura consorciadas com as culturas de interesse econômico, possibilita maior otimização dos recursos produtivos, com destaque para a água, principal recurso limitante para a atividade agropecuária da região (OLIVEIRA *et al.*, 2002). Além do que, um solo sem vegetação terá sua superfície encrostada pelas chuvas e, com isso, a erosão e o escorrimento superficial de água seriam mais intensos do que em um solo coberto por vegetação (PRIMAVESI, 1999).

É interessante notar que os resultados observados nessas condições de caatinga, para o cudzu tropical e 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 promoveu maior retenção de umidade, por manter a superfície do solo protegida por uma densa camada de resíduos, enquanto na área com amendoim forrageiro houve 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. Porém, em situação da caatinga, no início do período chuvoso, o amendoim forrageiro apresentou maior desenvolvimento inicial do que o cudzu tropical, possivelmente favorecido pela alta densidade de semeadura e seu hábito de crescimento rastejante (estolonífero), promovendo maior cobertura inicial do solo, proporcionada nos primeiros 90 dias após semeadura, enquanto nesse período o cudzu tropical apresentou baixa cobertura, deixando o solo desprotegido, o que possivelmente reduziu sua capacidade de retenção de umidade (Teodoro *et al.*, 2011). No entanto, segundo

os autores, a partir dos 120 dias de ciclo, a diferença não mais existiu e o cudzu tropical passou a reter umidade no solo em quantidade superior a algumas espécies e iguais a outras, entre elas o amendoim forrageiro.

Aos 80 DASq (início da colheita), a altura das plantas de quiabeiro cultivadas em consórcio com soja perene, com cudzu tropical e com estilosantes foram maiores que as cultivadas em monocultivo, que apresentou a menor altura de quiabeiro e não diferiu das alturas dos quiabeiros cultivados com as demais leguminosas (TAB, 4). Aos 110 DASq, observam-se maiores alturas das plantas de quiabeiro cultivadas em consórcio com soja perene e cudzu tropical. Não foi observada diferença de altura das plantas de quiabeiro cultivadas com as demais leguminosas, as quais foram mais altas do que as plantas de quiabeiro em monocultivo. Aos 150 DASq (final de ciclo produtivo), não foram observadas diferenças na altura das plantas de quiabeiro cultivadas em consórcio com as leguminosas, porém, novamente a altura das plantas de quiabeiro cultivadas em consórcio com soja perene e com cudzu tropical foram maiores do que as plantas em monocultivo, que apresentaram as menores alturas (TAB. 4).

TABELA 4
Altura do quiabeiro cultivado em consórcio com diferentes leguminosas, em diferentes épocas. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga/MG, 2010/2011

Leguminosa	---------- Altura (m) ----------		
	80 DASq[2]	110 DASq	150 DASq
Cudzu trop.	0,80 a[1]	1,36 a	1,70 a
Soja perene	0,84 a	1,36 a	1,70 a
Amendoim f.	0,68 bc	1,14 b	1,30 ab
Estilosantes	0,76 ab	1,13 b	1,44 ab
Calopogônio	0,66 bc	1,06 b	1,42 ab
Controle	0,58 c	0,88 c	1,18 b
CV%	6,7	5,6	12,0

[1] Valores seguidos de letras iguais, dentro da coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$)
[2] DASq: Dias após a semeadura do quiabeiro

As maiores alturas das plantas de quiabeiro observadas nos cultivos consorciados com as leguminosas podem resultar em aumento na produtividade da cultura, visto que a altura das plantas de quiabeiro no início e no fim do período de colheita revelou correlação $r = 0,93$ e $0,95$ ($P < 0,05$) com a produtividade de frutos (SEDIYAMA *et al.*, 2009).

Um fato interessante de ser registrado é que as plantas em monocultivo foram atacadas intensamente por formigas cortadeiras no início do ciclo do quiabeiro, fato que ocorreu em menor intensidade nas áreas cultivadas em consórcio com as diferentes leguminosas. Em

observação percebeu-se que o cultivo consorciado abriu a possibilidade de oferta de alimentos para as formigas, tendo em vista que elas também cortaram e carregaram folhas de leguminosas recém-roçadas e, com isso, atacaram com menor severidade as folhas do quiabeiro consorciado.

Nas duas colheitas iniciais foram observados menores números e produtividade de frutos do quiabeiro cultivado em consórcio com as leguminosas, exceto para o consórcio com estilosantes, em relação ao monocultivo (FIG. 3 e 4). Isso provavelmente está associado à menor capacidade de competição do quiabeiro, principalmente por água e nutrientes, com as leguminosas nessa fase inicial.

No entanto, na 3ª colheita o número de frutos colhidos foi próximo em todos os cultivos, exceto no consórcio com o cudzu tropical que foi menor. Da 4ª à 9ª já se observaram maiores números de frutos nos cultivos em consórcio com soja perene, cudzu tropical e estilosantes.

Observando a FIG. 3 nota-se decréscimo do número de frutos e, por consequência, na produtividade do quiabeiro (FIG. 4) da 6ª para a 8ª colheita, que ocorreu em razão de um possível estresse hídrico ocasionado pelo prolongamento da estiagem na região (FIG. 1). Nota-se que nesse período as plantas cultivadas em consórcio com soja perene, cudzu tropical e estilosantes apresentaram maior número e produtividade de frutos, corroborando os resultados de produção de fitomassa seca aportada por essas leguminosas após a roçada (TAB. 2), o que possivelmente tenha contribuído para a manutenção da umidade do solo, nutrição e, consequentemente, para o crescimento radicular do quiabeiro, diminuindo os riscos de estresse hídrico. Além disso, essas espécies apresentaram menores potenciais de rebrota após o corte, diminuindo a competição com o quiabeiro por recursos disponíveis, principalmente água.

Na 10ª colheita, as produtividades dos cultivos não diferiram entre si, porém, a partir da 11ª até a 15ª colheita, de modo geral, foram observadas maiores produtividades no cultivo em consórcio com soja perene e com estilosantes. Deve-se destacar também o número e a produtividade de frutos observados nos cultivos consorciados com cudzu tropical na 13ª e 14ª colheita, e com calopogônio na 15ª colheita. A partir da 16ª colheita até o final do ciclo, os cultivos de quiabeiro não apresentaram acentuadas diferenças de produtividade de frutos. (FIG. 3 e 4).

De forma geral, observa-se a contribuição, na produtividade de frutos do quiabeiro, do pré-cultivo e sucessivo consórcio com soja perene, com estilosantes e com cudzu tropical. Apontamentos similares sobre os benefícios das leguminosas, em suas diversas formas de

manejo, para o cultivo de hortaliças têm sido feitos. Em sistemas de consórcio com *Crotalaria juncea* foram demonstrados ganhos para a cultura do quiabeiro (RIBAS *et al*., 2003). Quando cultivados em cobertura viva permanente de solo com amendoim forrageiro, foram observados ganhos para o feijão-vagem e para a alface (OLIVEIRA, 2004). Ganhos para a cultura da batata-doce e do repolho foram observados utilizando-se *Crotalaria juncea* em sistema de pré-cultivo (ESPÍNDOLA *et al*., 1998; OLIVEIRA, 2003). Ganhos para a cultura do inhame, trabalhando com *Crotalaria juncea* em sistema de consórcio foram observados (OLIVEIRA *et al*., 2004). Também foram observados ganhos para a cultura do inhame, trabalhando com guandu no sistema de cultivo em faixas (OLIVEIRA *et al*., 2006), entre outros trabalhos nesse sentido.

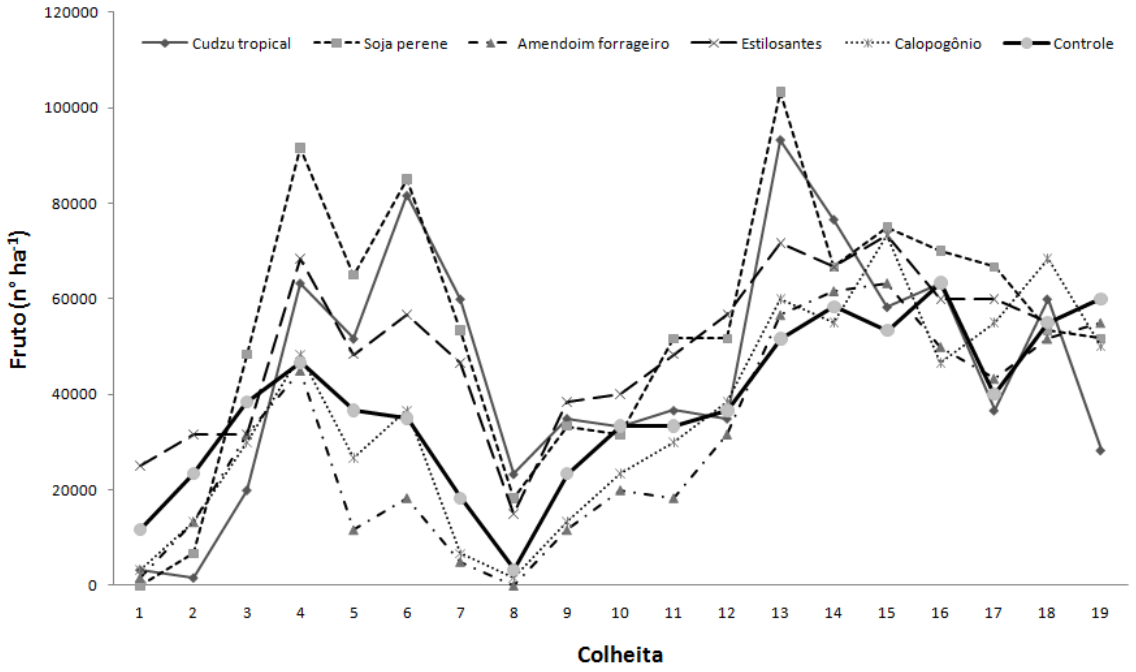

Figura 3- Número de frutos/colheita em cultivo de quiabeiro cultivado em consórcio com diferentes leguminosas. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2010/2011.

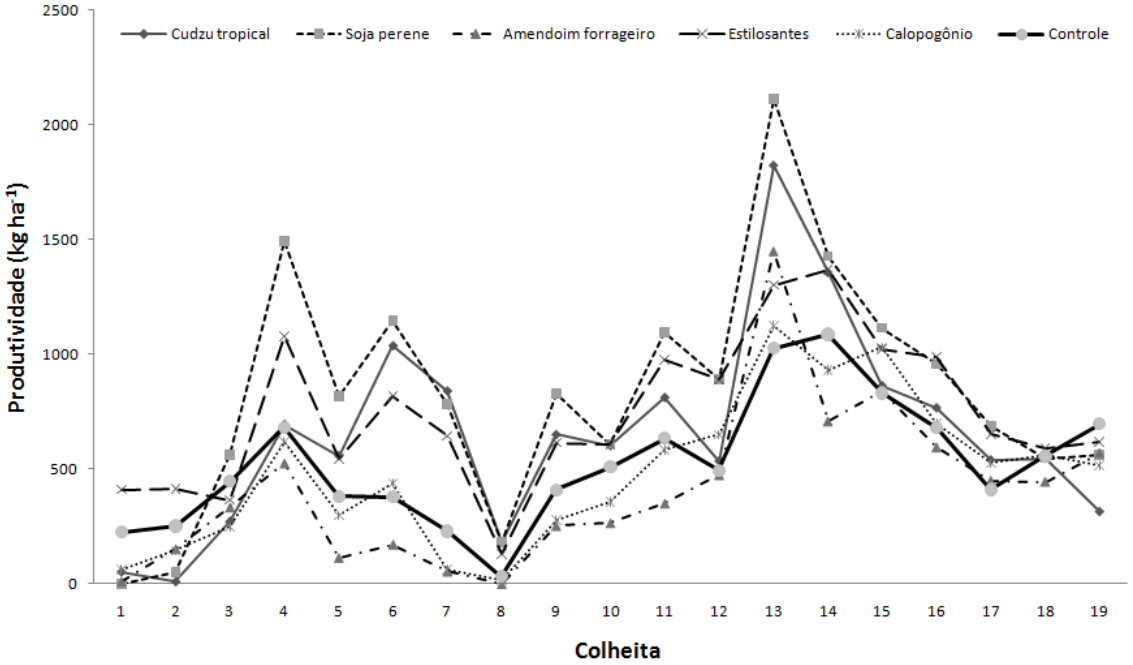

Figura 4- Produtividade de quiabeiro cultivado em consórcio com diferentes leguminosas. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2010/2011.

Observando o rendimento produtivo final do quiabeiro, percebem-se diferentes contribuições das leguminosas (TAB. 5). Em se tratando de peso médio dos frutos, observa-se que não houve ganho com o consórcio das leguminosas; pelo contrário, há uma redução para o consórcio com o estilosantes em relação ao monocultivo (controle). Entretanto, observando o número final de frutos percebe-se esse aumentou com o consórcio da soja perene, do estilosantes e do cudzu tropical, em relação ao monocultivo, o que refletiu na produtividade final do quiabeiro, que foi maior nas áreas consorciadas com essas leguminosas. Foram observadas produtividades de frutos de 16,23 t ha-^{1} no cultivo consorciado com soja perene, de 13,14 t ha-^{1} com estilosantes e de 12,86 t ha-^{1} com cudzu tropical (TAB. 5).

Apesar do maior volume de massa seca adicionado ao solo no plantio do quiabeiro ter sido alcançado com a roçada do cudzu tropical, em relação à soja perene (TAB. 2), essa leguminosa foi a que refletiu em menor produtividade final do quiabeiro entre essas duas espécies. Isso é possível ocorrer quando a adubação verde é realizada somente em uma época, no início do plantio do quiabeiro, acarretando fornecimento de nutrientes restrito a curtos períodos e, com isso, o aproveitamento dos nutrientes liberados após a decomposição dos resíduos da leguminosa se dará apenas na fase inicial de colheita de frutos (RIBAS *et al.*, 2002). Assim, é necessário avaliar a contribuição da adubação verde durante o período de colheita para o qual o cudzu tropical contribuiu menos.

TABELA 5
Peso médio, número de frutos, e produtividade do quiabeiro cultivado em consórcio com diferentes leguminosas. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga/MG, 2010/2011

Leguminosa	Componentes da produção do Quiabeiro		
	Peso médio de frutos	Número de frutos	Produtividade
	---------- g ----------	---- frutos ha^{-1} ----	----- t ha^{-1} -----
Cudzu tropical	14,9 ab[1]	863.250 b	12,86 b
Soja perene	15,9 a	1.023.333 a	16,23 a
Amendoim forrageiro	14,2 ab	591.667 d	8,38 c
Estilosantes	13,8 b	955.000 ab	13,14 b
Calopogônio	15,0 ab	678.334 cd	10,19 c
Controle	13,9 ab	725.000 c	10,06 c
CV%	6,2	5,1	8,3

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

A menor contribuição do cudzu tropical e estilosantes durante o período de colheita de frutos pode estar relacionada ao seu restabelecimento após a roçada, que foi menor em relação às outras leguminosas (TAB. 2). Isso aponta para a necessidade de ajuste no manejo dessas leguminosas, principalmente no tocante à altura de corte/roçada. A soja perene se restabeleceu melhor que o cudzu tropical e o estilosantes, o que pode ter favorecido a cultura do quiabeiro, principalmente em relação à fixação biológica de nitrogênio durante o tempo de colheita. A liberação de nitrogênio pelas leguminosas ocorre de forma gradual para as culturas consorciadas (CARVALHO & AMABILE, 2006), e a soja perene tem capacidade de associar-se à população de *Rhizobium sp*. presentes no solo, contribuindo com a fixação de nitrogênio e beneficiando outras culturas, como aconteceu com o siratro plantado em sucessão (LOPES *et al*., 1971).

No entanto, apesar de o maior volume de massa seca adicionado ao solo no plantio do quiabeiro ter sido alcançado com a roçada do cudzu tropical, em relação ao estilosantes (TAB. 2), foram observadas similares produtividades finais do quiabeiro com essas leguminosas. Isso ocorreu provavelmente em razão do melhor restabelecimento do cudzu tropical após a roçada (TAB. 2), o que consequentemente contribuiu para maior competição com o quiabeiro pelos recursos disponíveis, principalmente a água. Esse fato aponta para a necessidade de ajuste no manejo dessas leguminosas, principalmente no tocante à compatibilidade com a cultura de interesse econômico. Em se tratando de cultivos de hortaliças, aparentemente se demanda maior atenção em conhecer a sincronia de ação entre os sistemas radiculares em consórcio, para diminuir possíveis efeitos de competição entre as plantas.

As menores produtividades dos cultivos de quiabeiro consorciado com calopogônio e com amendoim forrageiro podem estar relacionadas com a maior competição pelos recursos

disponíveis, principalmente água e nutrientes, pois essas leguminosas foram as que melhor se restabeleceram após o corte e durante o consórcio com o quiabeiro. Estudos em região de mata atlântica evidenciaram essa resposta 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 (PERIN *et al*., 2002).

Esse resultado demonstra que há necessidade de estudos para as especificidades dos manejos das leguminosas para cada cultura companheira e em cada local; e uma delas é para a definição do manejo de cortes/roçadas com base em características que interfiram na sua compatibilidade com a cultura de interesse econômico. Em se tratando de cultivos de hortaliças, se demanda maior atenção em conhecer a sincronia de ação entre os sistemas radiculares em consórcio, para compreender melhor as competições entre as plantas.

Foram observadas maiores produtividades de frutos nas classes 6, 9 e 12 no cultivo do quiabeiro em consórcio com a soja perene, sendo igual à produtividade do cultivo em consórcio com cudzu tropical e com estilosantes na classe 6; ao consórcio com cudzu tropical e monocultivo na classe 9 e ao consórcio com estilosantes na classe 12. Esse resultado demonstra que as áreas manejadas com a soja perene promoveram maiores produtividades e melhores padrões de frutos, inclusive com maior volume de produtividade de frutos na classe 12, sugerindo que a soja perene manejada dessa forma pode ser uma boa companheira para o cultivo do quiabeiro, nessas condições.

TABELA 6
Produtividade por classe de quiabeiro cultivado em consórcio com diferentes leguminosas. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga/MG, 2010/2011

Leguminosa	Classificação			
	Classe 5	Classe 6	Classe 9	Classe 12
	---------- t ha^{-1} ----------			
Cudzu tropical	0,57 a[1]	2,52 ab	3,02 ab	6,75 b
Soja perene	0,59 a	2,98 a	4,34 a	8,32 a
Amendoim forrageiro	0,57 a	1,47 c	2,44 b	3,90 c
Estilosantes	0,38 a	2,53 ab	2,75 b	7,48 ab
Calopogônio	0,54 a	1,88 bc	2,59 b	5,18 c
Controle	0,52 a	2,09 bc	2,93 ab	4,52 c
CV%	44,8	15,4	21,6	10,8

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

Os resultados mostram o aspecto positivo e promissor desse tipo de manejo de plantas de cobertura com determinadas leguminosas herbáceas perenes para a cultura do quiabeiro.

De maneira geral, a produtividade e o padrão comercial dos frutos de quiabeiro melhoraram com o manejo de algumas leguminosas em relação ao monocultivo. Foram observados aumentos de produtividade de frutos de quiabeiro de 61,3% no cultivo consorciado com soja perene, de 30,6% com estilosantes, de 27,8% com cudzu tropical e de 1,3% com calopogônio. Contudo, cabe ressaltar que o manejo de algumas leguminosas, apesar de não ter refletido em ganhos significativos e momentâneos na produtividade do quiabeiro, apresenta benefícios consideráveis ao ambiente de cultivo, como a ciclagem de nutrientes, a proteção do solo, a redução da presença de plantas espontâneas, a redução da temperatura e a manutenção de umidade no solo, parâmetros que se traduzem em benefícios a qualidade do solo ao longo do tempo.

CONCLUSÃO

O cudzu tropical apresentou maior produção de massa seca antes do corte/roçada. No entanto, calopogônio e amendoim forrageiro restabeleceram-se melhor, após o corte/roçada, no cultivo consorciado com o quiabeiro.

Os cultivos de quiabeiro consorciados com cudzu tropical e com soja perene promoveram menores produções de massa seca de plantas espontâneas.

Os cultivos de quiabeiro consorciados com amendoim forrageiro e com calopogônio promoveram menor temperatura do solo e os cultivos consorciados com as leguminosas, com exceção do estilosantes, promoveram maior retenção da umidade no solo.

O cultivo em consórcio com soja perene e com cudzu tropical proporcionou maiores alturas de plantas de quiabeiro. No entanto, o uso de soja perene como planta de cobertura proporcionou aumento no número e na produtividade de frutos de quiabeiro por colheita, por consequência maior produtividade final e melhor padrão de frutos colhidos.

REFERÊNCIAS

AMJAD, M.; SULTAN, M.; ANJUM, M. A.; AYYUB, C. M.; MUSHTAQ, M. Comparative study on the performance of some exotic okra cultivars. **International Journal of Agriculture and Biology**, Faisalabad, v.3, n.4, p.423-425, 2001.

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.

CAMCIUC, M; DEPLAGNE, M.; VILAREM, G; GASET, A. Okra - *Abelmoschus esculentus* L. (Moench.) a crop with economic potential for set aside acreage in France. **Industrial Crops and Products**, Oxford, v.7, p.257-264, 1998.

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

CFSEMG - COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação**. Viçosa, 1999, 359 p.

COSTA, M.C.B.; OLIVEIRA, G.D.; HAAG, H.P. Nutrição mineral de hortaliças-Efeito da omissão dos macronutrientes e do boro, no desenvolvimento e na composição química de hortaliças. In: HAAG, H.P.; MINAMI, K. **Nutição mineral em hortaliças**. Campinas: Fundação Cargil, cap.6, p.257-276. 1981.

EHLERS, E. **Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma**. 2ºed. Guaíba: Agropecuária, 1999. 157p

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1997. 77p.

ESPINDOLA, J. A. ALMEIDA, D. L.; GUERRA, J.G.M.; SILVA, E. M. da; SOUZA, F.A. de. Influência da adubação verde na colonização micorrízica e na produção de batata-doce.

Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 33, n. 3, p. 339-347, mar. 1998.

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.; COSTA, L.M.; ALVARENGA, R.C. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. **Pesqui. Agropecu. Bras**., v.36, p.1355-1362, 2001.

FERREIRA, R.L.F.; GALVÃO, R.O.; ARAÚJO NETO, S. E.; NEGREIROS, J.R.S.; PARMEJIANI, R.S. Plantio direto orgânico de alface sobre cobertura viva e morta e adubada com composto. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2**,** p. 84-88, 2009

FILGUEIRA FAR. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2008. 421p.

FONTES PCR. **Olericultura: teoria e prática**. Viçosa: UFV, 2005. 486p.

HÖDTKE, M.; ARAÚJO, P. A.; KÖPKE, U.; ALMEIDA, D. L. Nutritional Status, Grain Yield and N-Balance of Organically Grown Mayze Intercropped with Green Manure. **INTERNATIONAL IFOAM SCIENTIFIC CONFERENCE, 12th., 1998, Mar del Plata. Organic Agriculture the credible solution for the XXIst century**. Procedings. Tholey-Theley: IFOAM, 1999. p. 135-140

HORTIBRASIL. Instituto Brasileiro de Qualidade em Horticultura. 2002. Disponível em: http://www.hortibrasil.org.br/classificacao/quiabo/arquivos/norma.html
Acesso em: 05 de setembro de 2011.

LOPES, E.S.;. LOVADINI, L. A. C.; GARGANTINI, H.; MIYASAKA, S.; LEON, J.C. Capacidade fixadora de nitrogênio de Rhizobium autóctone associado com soja perene e siratro, em dois solos do estado de São Paulo. **Bragantia**. Campinas, v. 30, n 15, p. 145-154, 1971.

MATEUS, G. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; NEGRISOLI, E. Palhada do sorgo de guiné gigante 343 no estabelecimento de plantas daninhas em área de plantio direto. **Pesq. Agropec. Bras**.,

v. 344, n. 6, p. 539-542, 2004.

MOTA, W. F., FINGER, E. F., CASALI, V. W. D. **Olericultura: melhoramento genético do quiabeiro**. Viçosa: UFV, 2000. 144p.

OLIVEIRA, F.R.; DUARTE, U.; MENEGASSE, L.N. Levantamento hidrológico da área de Araçuaí no médio vale do Jequitinhonha-MG. **Revista Águas Subterrâneas**, n.16, p. 39-56, 2002.

OLIVEIRA, A. P.; ALVES, A. U.; DORNELAS, C. S. M.; SILVA, J. A.; PÔRTO, M. L.; ALVES, A. U. Rendimento de quiabo em função das doses de nitrogênio. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.25, n.2, p.265-268, 2003.

OLIVEIRA, A. P.; DORNELAS, C. S. M.; ALVES, A. U.; SILVA, J. A.; OLIVEIRA, A. N. P. Resposta do quiabeiro às doses de fósforo aplicadas em solo arenoso. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.25, n.2, p.180-183, 2007.

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.

OLIVEIRA, F. L. **Manejo orgânico da cultura do repolho (*Brassica oleracea* var. capitata): adubação orgânica, adubação verde e consorciação**. Seropédica: RJ, UFRRJ-2001. Dissertação Mestrado. 87 p.

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

OLIVEIRA, F.L.; RIBAS, R. G. T.; JUNQUEIRA, R.M.; PADOVAN M.P.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L.; RIBEIRO, R.L.D. Uso do pré-cultivo de *Crotalaria juncea* e de doses crescentes de cama-de-aviário na produção do repolho sob manejo orgânico. **Agronomia** 37: 60-63. 2003.

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, N. G. de. **Plantio direto de alface e feijão vagem sobre coberturas vivas perenes de gramínea e leguminosa sob manejo orgânico**. 2004. 107 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica/RJ.

PASSOS, F. A.; MELO, A. M. T.; AZEVEDO FILHO, J. A. Comportamento de seleções IAC e de cultivares comerciais de quiabo no sistema orgânico de produção. Disponível em: <http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/44_549.pdf> Acesso em 10 ago. 2011.

PENTEADO, S. R. **Introdução à Agricultura Orgânica - Normas e Técnicas de Cultivo**. Campinas: Editora Grafimagem, 2000. 110p.

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. 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.

PREMSEKHAR, M.; RAJASHREE, V. Influence of organic manures on growth, yield and quality of okra. **American Eurasian Journal of Sustainable Agriculture**, Ma'an, v.3, n.1, p.6-8, 2009.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo**. São Paulo: Nobel, 2002. 549p.

RIBAS, R. G. T.; JUNQUEIRA, R. M.; OLIVEIRA, F. L.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L.; RIBEIRO, R. L. D. **Adubação verde na forma de consórcio no cultivo do quiabeiro sob manejo orgânico**. Seropédica. Embrapa Agrobiologia, 2002. 4 p. (Embrapa Agrobiologia. Comunicado Técnico, 54).

RIBAS, R. G. T.; JUNQUEIRA, R.M.; OLIVEIRA, F.L.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L.; ALVES, B.J.R.; RIBEIRO, R.L.D. Desempenho do quiabeiro (*Abelmoschus esculentus*) consorciado com *Crotalaria juncea* sob manejo orgânico. **Agronomia**, vol. 37, nº 2, p. 80 - 84, 2003.

SANTOS, C.A.B.; ZANDONÁ S.R.; ESPINDOLA, J.A.A.; GUERRA, J.G.M.; RIBEIRO, R.L.D. Efeito de coberturas mortas vegetais sobre o desempenho da cenoura em cultivo orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, p.103-107. 2011.

SANTOS, I.C. dos; MENDES, F.F.; LIMA, J.S.; VENZON, M.; PINTO, C.M.F.; SALGADO, L.T. Desenvolvimento de plantas de pimenta Malagueta e produção de frutos em cultivo intercalar com adubos verdes anuais e perenes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, 227, suplemento 2. CD-ROM. 2004.

SANTOS-CIVIDANES, T.M.; FERRAZ, R.B.; SUGUINO, E.; BLAT, S.F.; HORA, R.C.; DALL'ORTO, L.T.C. Atributos agronômicos de cultivares de quiabeiro em diferentes sistemas de fertilização. **Ciência & Tecnologia**: FATEC-JB, Jaboticabal, v. 2, n. 1, p. 1-13, 2011. ISSN 2178-9436.

SEDIYAMA, M.A.N.; SANTOS, M.R. dos; VIDIGAL, S.M.; SALGADO, L.T.; PEDROSA, M.W.; JACOB, L.L. Produtividade e estado nutricional do quiabeiro em função da densidade populacional e do biofertilizante suíno. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.4, p.913-920, 2009

SETUBAL, J.W.; ZANIN, A.C.W.; SITTOLIN, J.M. Hábito de florescimento do quiabeiro cv. Amarelinho em função da população de plantas. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.2, p.482, 2004.

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

SIDIRAS, N. & PAVAN, M.A. Influência do sistema de manejo na temperatura do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 10, n. 3, p. 181-184, 1986.

SILVA, EE; GUERRA, J.G.M.; AGUIAR-MENEZES, EL; RESENDE ALS. OLIVEIRA, F.L.; RIBEIRO, R.L.D. Sucessão entre cultivos orgânicos de milho e couve consorciados com leguminosas em plantio direto. **Horticultura Brasileira**, 29: 57-62. 2011.

SOUZA, JL. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 564p.

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

TAVARES, N. S. **Manejo agrícola e ecológico de quiabo (*Hibiscus esculentus* L.) em um ecossistema tropical**. 1999. 67p. Monografia (Especialização em Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES.

TEODORO, R.B. **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.

TEODORO, R.B.; OLIVEIRA, F.L.; SILVA, D.M.N.; FÁVERO, C.; QUARESMA, M.A.L. Leguminosas herbáceas perenes para utilização como coberturas permanentes de solo na Caatinga Mineira. **Rev. Ciênc. Agron.**, v. 42, n. 2, p.292-300, 2011.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das avaliações realizadas, ficam evidentes os benefícios de algumas leguminosas herbáceas perenes quanto à capacidade de restabelecimento após período de seca, expressando suas potencialidades em promover a proteção dos solos ao longo do tempo, reduzindo sua degradação.

O uso das diferentes leguminosas, no bioma estudado, pode contribuir significativamente para redução dos custos da atividade agrícola desenvolvida, tendo em vista

sua capacidade de reduzir a massa seca das plantas espontâneas presentes na área, podendo diminuir 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 semiárido mineiro, médio vale do Jequitinhonha, Minas Gerais.

Também é válido ressaltar que a adubação verde com leguminosas herbáceas perenes, nessa região da caatinga, apresenta potencial para, ao longo do tempo, proporcionar maiores benefícios ao sistema produtivo, através do aporte de matéria orgânica e nitrogênio, e da ciclagem de macronutrientes, contribuindo, sobretudo, para maior autonomia do agricultor em relação ao manejo de fertilidade do solo.

Benefícios evidentes foram os ganhos em produtividade e melhoria do padrão de frutos do quiabeiro, principalmente em consórcio com a soja perene.

Diante do comportamento apresentado pelos adubos verdes, pode-se afirmar que há necessidade de mais estudos para as especificidades dos manejos das leguminosas para cada cultura companheira e em cada local. Uma delas é para a definição do manejo de cortes/roçadas com base em características que interfiram em seu restabelecimento e na sua compatibilidade com a cultura de interesse econômico. Em se tratando de cultivos de hortaliças, aparentemente se demanda maior atenção em conhecer a sincronia de ação entre os sistemas radiculares em consórcio, para diminuir possíveis efeitos de competição entre as plantas.

Nas observações realizadas, ficaram evidentes a relevância e os benefícios do uso das leguminosas herbáceas perenes como adubo verde para as condições em que os estudos foram realizados, criando 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 possibilitou uma reflexão sobre a técnica da adubação verde, a valorização da palhada e dos restos culturais, a eliminação da queimada e o conhecimento sobre o 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.

ANEXO

Tabela 1A
Teores de macronutrientes, na parte aérea das leguminosas, aos 180 dias de ciclo. UFVJM/EFA Jacaré, Itinga, MG, 2009 (Fonte: Teodoro, 2010)

Leguminosa	N	P	K	Ca	Mg
	----------	----------	g kg^{-1}	----------	----------
Cudzu tropical	27,0 a[1]	1,9 bc	16,1 bc	9,8 b	9,6 a
Calopogônio	25,5 a	2,1 b	15,0 c	13,0 a	7,5 b
Amendoim forr.	25,0 a	1,7 c	19,1 a	12,4 a	9,6 a
Soja Perene	24,5 a	2,1 b	18,1 a	13,0 a	9,4 a
Estilosantes	18,0 b	2,4 a	14,6 c	11,4 b	5,1 c
CV%	5,9	4,6	7,6	9,2	7,7

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