

UFRRJ

INSTITUTO DE AGRONOMIA

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRICULTURA ORGÂNICA**

DISSERTAÇÃO

**Controle de Plantas Espontâneas e Aporte de Nitrogênio em
Área Cultivada Com Cafeeiro Através do Manejo de Plantas
de Cobertura de Solo**

Raony Alyson de Freitas

2017



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA
ORGÂNICA**

**Controle de plantas espontâneas e aporte de nitrogênio em
área cultivada com cafeeiro através do manejo de plantas de
cobertura de solo**

RAONY ALYSON DE FREITAS

Sob a Orientação do Professor
Ednaldo da Silva Araújo

Dissertação submetida como
requisito parcial para obtenção do
grau de **Mestre em Ciências**, no
Programa de Pós-Graduação em
Agricultura Orgânica.

Seropédica, RJ
Maio de 2017

dc
862

de Freitas, Raony Alyson, 1988-

Controle de plantas espontâneas e aporte de nitrogênio em área cultivada com cafeeiro através do manejo de plantas de cobertura de solo / Raony Alyson de Freitas. - 2017.

39 f.: il.

Orientador: Ednaldo da Silva Araújo.

Dissertação (Mestrado). - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós Graduação em Agricultura Orgânica, 2017.

1. Coffea arabica L.. 2. Plantas de Cobertura. 3. Ervas Espontâneas. I. da Silva Araújo, Ednaldo, 1974, orient. II Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Programa de Pós Graduação em Agricultura Orgânica III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA**

RAONY ALYSON DE FREITAS

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agricultura Orgânica**, no Programa de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM: 12/05/2017

Dr. Ednaldo da Silva Araújo
EMBRAPA AGROBIOLOGIA
(Orientador)

Dr. David Vilas Boas Campos
EMBRAPA SOLOS

Dr. José Antônio Azevedo Espindola
EMBRAPA AGROBIOLOGIA

Agradecimentos

A Deus, pelo amor, salvação, sabedoria e pelos desafios que a mim confia.

Aos meus pais HÉlbio Leonídeo de Freitas e Maria das Graças da Encarnação Freitas que sempre me apoiaram e estavam no meu lado nos momentos difíceis.

A minha esposa Júnia Maria Alves pelo companheirismo e apoio durante todo o processo de elaboração do presente trabalho.

Aos colegas do PPGAO, tanto alunos como professores pelas amizades e prazerosas trocas de experiência.

Ao departamento de Fitotecnia e Agroecologia da Universidade Federal de Viçosa pela parceria e apoio com os equipamentos e matérias usados neste trabalho.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, à Embrapa Agrobiologia pela oportunidade de realização do curso.

Ao Dr. Ednaldo da Silva Araújo pela oportunidade de desenvolver a pesquisa e pela orientação neste processo.

Aos amigos do SEBRAE/RJ pelo incentivo.

Aos meus sócios e amigos da ERATEC pela parceria tanto no trabalho como nas horas de diversão.

Biografia

Raony Alyson de Freitas, nascido em 23 de janeiro de 1988, na cidade de Viçosa- MG, filho de Helbio Leonídeo de Freitas e Maria das Graças da Encarnação Freitas, e irmão de Raquel Angélica de Freitas e Radames Augusto de Freitas. Iniciou estudo na Escola Estadual Dr. Juarez de Sousa Carmo e formou-se em Bacharel em Agroecologia em 2012 pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais – Campus Rio Pomba (IF SEMG – Campus Rio Pomba). Ingressou no Programa de Pós Graduação em Agricultura Orgânica, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro em Março de 2015. Desde 2013 é sócio da empresa ERATEC (Empresa Rural de Assistência Técnica e Consultoria) atuando como consultor em Agroecologia credenciado no SEBRAE/RJ, na Região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro.

RESUMO

FREITAS, Raony Alyson de. **Controle de plantas espontâneas e aporte de nitrogênio em área cultivada com cafeeiro através do manejo de plantas de cobertura de solo.** 2017. 39 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017.

O Brasil é o maior produtor mundial de café (*Coffea arabica* L.), sendo responsável por mais de 30% do mercado internacional. Essa atividade é grande geradora de emprego e promotora de desenvolvimento rural. Estima-se que os gastos com fertilizantes e corretivos representem 30% do custo total da produção do cafeeiro, com destaque para os fertilizantes nitrogenados. A produção de café em sistema orgânico seria uma alternativa para os agricultores familiares da Zona da Mata de Minas Gerais. Alguns custos na produção poderiam ser reduzidos pela prática de adubação verde, sendo considerada uma boa estratégia para aumentar a disponibilidade de nitrogênio nos sistemas orgânicos, pois os adubos verdes em cafezais podem melhorar as características físicas, químicas e biológicas do solo, elevar o teor de nutrientes nas folhas do cafeeiro, controlar nematóides, incorporar N via FBN, aumentar a micorrização, concentrar nutrientes nas camadas mais superficiais do solo além de controlar ervas espontâneas. O conhecimento prévio da composição florística das plantas espontâneas em sistemas de cultivo de café orgânico, permite antecipar a organização de estratégias preventivas para adoção de medidas de controle mais sustentáveis. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de diferentes espécies de adubos verdes, consorciadas e em monocultivo, no controle de ervas espontâneas e no aporte de nitrogênio no cultivo do cafeeiro em conversão agroecológica. O experimento foi conduzido em uma lavoura de café arábica cv. Catuaí Vermelho na cidade de Cajuri, localizada na região da Zona da Mata de Minas Gerais, utilizando um delineamento experimental com blocos casualizados com cinco repetições. Foram utilizados quatro tratamentos: a) feijão de porco (*Canavalia ensiformis*) solteiro; b) crotalária juncea (*Crotalaria juncea* L.) solteira; c) crotalária juncea consorciada com feijão de porco; e d) testemunha (vegetação espontânea). Na área experimental foram identificadas 21 espécies de plantas espontâneas, distribuídas em nove famílias, sendo as principais espécies: *Acanthospermum hispidium* (carrapicho de carneiro), *Commelina benghalensis* (trapoeraba), *Ageratum conyzoides* (mentrasto), *Digitaria sanguinalis* (capim colchão), *Brachiaria plantaginea* (capim marmelada), *Ischaemum rugosum* (capim carrapicho). Ao final do experimento observou-se que os maiores valores na produção de biomassa seca foram associados aos tratamentos formados pelo consórcio feijão de porco + crotalária juncea. O pousio produziu quantidades bem inferiores de biomassa seca em comparação aos demais tratamentos. Os adubos verdes foram aproximadamente de 4 a 11 vezes mais eficientes na acumulação de N em comparação às plantas espontâneas. As plantas de cobertura alteraram a dinâmica da população de ervas espontâneas, reduzindo significativamente sua infestação na área experimental. O tratamento formado pelo feijão de porco solteiro foi eficiente no controle de mais de 71% das espécies encontradas na área experimental. A espécie de *Ageratum conyzoides* (mentrasto), pertencente à família Asteraceae, foi a mais frequente, a mais densa, a mais abundante e a predominante na área, onde todos os tratamentos com plantas de cobertura apresentaram dificuldades em controlá-la.

Palavras-chave: *Coffea arabica* L., Plantas de cobertura, Ervas espontâneas.

ABSTRACT

FREITAS, Raony Alyson de. **Weeds control and nitrogen input in an area cultivated with coffee intercropped with soil cover plants.** 2017. 39 p. Dissertation (M.S. in Organic Agriculture). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017.

Brazil is the world's largest coffee producer (*Coffea arabica* L.), accounting for more than 30% of the international market. This activity is a great employment generator and promotes development in rural areas. It is estimated that expenditures with fertilizers and correctives represent 30% of the total cost of coffee production, where nitrogen fertilizers are the most important. The production of organic coffee would be an alternative for the family farmers in the Zona da Mata of Minas Gerais. Some production costs could be reduced by the practice of green manuring, which is considered a good strategy to enhance the availability of nitrogen in organic systems, since green manures in coffee crops improves the physical, chemical and biological characteristics of the soil, raises the nutrient contents in coffee leaves, controls nematodes, incorporate N via NBF, increases mycorrhization, concentrates nutrients in the more superficial layers of the soil besides controlling weeds. The prior knowledge of the floristic composition of weeds in organic coffee cultivation systems allows one to anticipate the organization of preventive strategies for the adoption of more sustainable control measures. The objective of this work was to evaluate the effect of different species of green manure in intercropping or single cultivation systems on the control of spontaneous weeds and on the nitrogen input in coffee cultivation in agroecological conversion. The experiment was carried out in an arabica coffee crop with cv. Catuaí Vermelho in the city of Cajuri, located in the region of the Zona da Mata of Minas Gerais, using an experimental design with randomized blocks with five replicates. Four treatments were used: a) *Canavalia ensiformis* in single cultivation; B) *Crotalaria juncea* L. in single cultivation; C) *Crotalaria juncea* L. intercropped with *Canavalia ensiformis*; and d) control (spontaneous vegetation). Twenty-one species of weeds were identified in the experimental area, distributed in nine families, in which the main species were, as follows: *Acanthospermum hispidium*; *Commelina benghalensis*; *Ageratum conyzoides*, *Digitaria sanguinalis*, *Brachiaria plantaginea*, *Ischaemum rugosum*. At the end of the experiment, it was observed that the highest values in the dry biomass production were associated to the treatments formed by the *Crotalaria juncea* L. intercropped with *Canavalia ensiformis*. Fallow produced much less dry biomass than the other treatments. Green manures were approximately 4 to 11 times more efficient in accumulation of N compared to weeds. Cover plants altered the population dynamics of weeds, significantly reducing their infestation in the experimental area. The treatment with *Canavalia ensiformis* was efficient in controlling more than 71% of the species found in the experimental area. The species *Ageratum conyzoides*, which belongs to the family Asteraceae, was the most frequent, the densest, the most abundant and the predominant in the area, where all treatments with cover crops presented difficulties in controlling it.

Key-words: *Coffea arabica* L., cover plants, weeds.

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 - Área total do cafeeiro com destaque também para o local de implantação do experimento. Cajuri, Zona da Mata de Minas Gerais, 2015/2016.....	11
Figura 2 - Tratamentos com os diferentes arranjos das plantas de cobertura, sendo feijão de porco solteiro (A), <i>Crotalaria juncea</i> solteira (B), feijão de porco consorciado com <i>Crotalaria juncea</i> (C) e sem cobertura (D). Cajuri, Zona da Mata de Minas Gerais, 2015/2016.....	12
Figura 3 - Sementes de feijão de porco (à esquerda) e <i>crotalaria juncea</i> (à direita) inoculadas com bactérias do gênero <i>Rizobium</i> . Cajuri, Zona da Mata de Minas Gerais, 2015/2016.....	13
Figura 4 - Abertura da covas para o plantio do consorcio entre feijão de porco e <i>Crotalaria juncea</i> . Cajuri, Zona da Mata de Minas Gerais, 2015/2016.....	14
Figura 5 - Separação de folha e caule de <i>Crotalaria juncea</i> para análise de nutrientes. Cajuri, Zona da Mata de Minas Gerais, 2015/2016.....	15
Figura 6 - Parcela com consorcio entre <i>crotalárea juncea</i> e feijão de porco no início do florecimento (A) e roçada das leguminosas(B). Cajuri, Zona da Mata de Minas Gerais, 2015/2016.....	16
Figura 7 - Local adequado para amostragem de folhas em cafeeiro. Adaptado de MEAD (1984).....	17
Figura 8 - Tratamento com feijão de porco solteiro apresentando baixa incidência de plantas expontâneas. Cajuri, Zona da Mata de Minas Gerais, 2015/2016.....	23
Figura 9 - Tratamento com <i>crotalaria</i> solteira apresentando alta competição com as plantas espontâneas. Cajuri, Zona da Mata de Minas Gerais, 2015/2016.....	24

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Resultados das análises químicas de amostra composta do solo da área do experimento, em profundidade de 0 - 20 cm.....	11
Tabela 2 - Produção de biomassa aérea e nitrogênio acumulado nos tecidos de diferentes espécies de cobertura do solo, em cultivos solteiros e consorciados. Cajuri, Zona da Mata de Minas Gerais, 2015/2016.....	19
Tabela 3 - Nutrientes remanescentes na biomassa das plantas de cobertura e no pousio. Cajuri, Zona da Mata de Minas Gerais, 2015/2016.....	20
Tabela 4 - Teor de nutrientes na biomassa seca das folhas do café após 71 dias da roçada da parcelas. Cajuri, Zona da Mata de Minas Gerais, 2015/2016.....	21
Tabela 5 - Biomassa seca das espécies de ocorrência espontânea associadas às espécies de cobertura de solo cultivadas em consórcio ou monocultivo. Cajuri, Zona da Mata de Minas Gerais, 2015/2016.....	22
Tabela 6 - Espécies de plantas espontâneas coletadas em área de produção agroecológica de café Arábica cv. Catuaí Vermelho, consorciado com plantas de cobertura nas entrelinhas, após 90 dias da semeadura dessas. Cajuri, Zona da Mata de Minas Gerais. 2015/2016.....	25
Tabela 7 - Nº de parcelas onde a espécie foi encontrada, número de indivíduos, frequência, frequência relativa, densidade, densidade relativa, abundância, abundância relativa, importância relativa e índice de importância relativa de espécies de plantas espontâneas em área de produção agroecológica de café Arábica cv. Catuaí Vermelho, consorciado com plantas de cobertura nas entrelinhas, após 90 dias da semeadura dessas. Cajuri, Zona da Mata de Minas Gerais. 2015/2016.....	26

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	3
2.1 Produção orgânica de alimentos e sua importância para a segurança alimentar e nutricional.....	3
2.2 Acúmulo de massa e nutrientes por adubos verdes em cafezais.....	4
2.3 Efeito sobre o estado nutricional e transferência de N-leguminosa para os cafeeiros.....	5
2.4 Efeito dos adubos verdes sobre o crescimento e produção dos cafeeiros.....	6
2.5 Controle de Infestantes por plantas de cobertura.....	8
2.6 Alelopatia e potencialidades do feijão de porco e crotalária juncea.....	9
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	11
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
5 CONCLUSÃO.....	30
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

1 INTRODUÇÃO

Segundo o MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (2012), o Brasil é o maior produtor mundial de café (*Coffea arabica* L.), sendo responsável por mais de 30% do mercado internacional, volume equivalente à soma da produção dos outros quatro maiores países produtores, Vietnã, Indonésia, Colômbia e Etiópia. É também o segundo mercado consumidor, atrás somente dos Estados Unidos. Essa atividade é grande geradora de emprego e promotora de desenvolvimento rural. Estima-se que os gastos com fertilizantes e corretivos representem 30% do custo total da produção do cafeeiro. Dos insumos utilizados, aproximadamente 200 mil toneladas por ano correspondem aos fertilizantes nitrogenados, uma vez que é um dos nutrientes mais exigidos a cultura e pela grande dependência de insumos externos pelos agricultores. Isso representa um gasto estimado de cerca de 200 milhões de dólares no Brasil (Embrapa, 2004).

A produção de café em sistema orgânico seria uma alternativa para os agricultores familiares da Zona da Mata de Minas Gerais. Em geral, seus sistemas de produção são diversificados e existe a preocupação com a integração dos mesmos, visando, principalmente, a distribuição de trabalho no tempo e no espaço. Alguns custos poderiam ser reduzidos pela produção de parte dos insumos na propriedade, como: esterco, compostos, adubos verdes, biofertilizantes, extratos vegetais, dentre outros. O agricultor (a) familiar estaria também contribuindo para a recuperação e preservação dos recursos naturais, atenderia uma demanda de cafés especiais e aumentaria seus lucros pela agregação de valor ao produto (Lima et al. 2002).

Os cultivares de cafés existentes no mercado nacional exigem solos corrigidos quanto à acidez e melhoria da fertilidade, demandando grandes quantidades de materiais permitidos na adubação orgânica para atender as necessidades da cultura, dificultando a viabilização de tal sistema de produção, principalmente em um sistema onde os insumos necessários para a adubação sejam adquiridos de fora da propriedade, considerando os custos de transporte e operacional na sua aplicação.

Nesse contexto, a prática da adubação verde merece atenção da pesquisa, por constituir uma boa alternativa para contribuir para a sustentabilidade da agricultura (ESPINDOLA et al., 2005), sendo considerada uma boa estratégia para aumentar a disponibilidade de nitrogênio nos sistemas orgânicos (BRENES, 2003).

Na cafeicultura orgânica as espécies mais utilizadas como adubos verdes são as leguminosas, devido à sua capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico, incorporando-o ao sistema, o que significa uma importante alternativa de suprimento deste nutrientes às culturas (RICCI et al., 2002; ESPINDOLA et al., 2005; MOURA et al., 2005). Dentre as espécies mais utilizadas, destacam-se as mucunas preta (*Mucuna aterrina* vc.) e anã (*Stizolobium deeringiua-num*), o guandu (*Cajanus cajan*), as crotalárias, a leucena (*Leucaena leucocephala*), o amendoim-forrageiro (*Arachis pintoi*), o lablabe (*Lablab purpureus*), calopogônio (*Calopogonium mucunoides*), o feijão de porco (*Canavalia ensiformis*), entre outras.

A adoção de práticas conservacionistas, dentre elas a utilização de plantas de cobertura, surge como uma prática viável. Isso se justifica pelo fato de que os adubos verdes em cafezais podem melhorar as características físicas, químicas e biológicas do solo, elevar o teor de nutrientes nas folhas do cafeeiro, controlar ervas espontâneas e nematóides, incorporar N via FBN, aumentar a micorrização, assim como concentrar nutrientes nas camadas mais superficiais do solo.

A investigação dos mecanismos e processos que regulam a interação entre os adubos verdes e os cafeeiros é fundamental para a compreensão dos resultados e para o desenho de consórcios que sejam mais promissoras para a cultura. As espécies de leguminosas selecionadas devem assegurar o fornecimento de nutrientes via processo de ciclagem e, quando em simbiose principalmente com bactérias do gênero *Rhizobium*, promover a fixação biológica do nitrogênio atmosférico. Dessa forma, tal prática contribui positivamente para o balanço de N e P (Castro et al., 2004), aumento do estoque de C e N no solo e, conseqüentemente, pode aumentar a produtividade das culturas (Kaizzi et al., 2006).

Além de aumentar a disponibilidade de nitrogênio para a planta, o uso de cobertura verde implica também em um maior controle de plantas espontâneas, uma vez que competem entre si por luz, água, oxigênio e nutrientes minerais. Por esse fato, um levantamento fitossociológico de uma determinada lavoura é fundamental para que se possa ter parâmetros confiáveis acerca da composição florística das plantas espontâneas de um determinado nicho (OLIVEIRA & FREITAS, 2008).

Maciel et al. (2010) ressaltaram que o conhecimento prévio da composição florística das plantas espontâneas em sistemas de cultivo de café orgânico, permite antecipar a organização de estratégias preventivas para adoção de medidas de controle mais sustentáveis. Nesse contexto, caso sejam poucas as espécies dominantes, é possível adoção de medidas de controle em função das espécies de maior ocorrência, associando o uso de adubos verdes com roçadas ou capinas seletivas.

Sendo assim, além da melhoria da fertilidade do solo, a adubação verde aumenta a cobertura vegetal do solo e a diversificação de espécies. A sua presença nas entrelinhas do cafezal pode contribuir para a redução da interferência das ervas espontâneas e, conseqüentemente, reduzir os custos de produção em áreas de produção agroecológica, nas quais não se faz o uso de herbicidas.

A diversidade de espécies de adubos verdes e sua capacidade de adaptação a diferentes climas, hábitos e velocidades de crescimento e produção de massa torna possível de serem inseridos nos mais variados sistemas de produção. Tais características tornam o processo apropriado aos agricultores familiares, principalmente aqueles mais descapitalizados e localizados em regiões declivosas.

Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de diferentes espécies de adubos verdes, consórciadas e em monocultivo, no controle de ervas espontâneas e no aporte de nitrogênio no cultivo do cafeeiro em conversão agroecológica.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Produção orgânica de alimentos e sua importância para a segurança alimentar e nutricional

Na segunda metade do século XX, vários países latino-americanos engajaram-se na intitulada Revolução Verde, um ideário produtivo proposto e implementado nos países mais desenvolvidos após o término da Segunda Guerra Mundial, cuja meta era o aumento da produção e da produtividade das atividades agrícolas, assentando-se para isso o uso intensivo de insumos químicos, das variedades geneticamente melhoradas de alto rendimento, da irrigação e da mecanização (ALTIERI, 2004). Assim, nas últimas décadas, a inovação na agricultura tem sido impulsionada principalmente pela ênfase em altos rendimentos e pelo lucro da unidade produtiva, resultando em retornos notáveis, mas, também, numa ampla gama de efeitos colaterais ambientalmente negativos (GLIESSMAN, 2005).

A Revolução Verde proporcionou ao país grande prejuízo social e ambiental devido ao modelo de produção implantado. As tecnologias implantadas nesta época exigiam grandes investimentos para obtenção de lucro, o que dificultava a sobrevivência de médios e pequenos agricultores, que muitas vezes vendiam suas propriedades para os grandes produtores que conseguiam se manter na agricultura. Já os problemas ambientais estão relacionados às práticas de cultivos, muito utilizadas até hoje, como a utilização de fertilizantes sintéticos de alta solubilidade, aliado aos agrotóxicos para controle de pragas e doenças.

O uso de fertilizantes sintéticos, herbicidas e defensivos químicos representa a base deste sistema de produção, já que houve um grande investimento em pesquisa no melhoramento genético para obtenção de plantas cada vez mais eficientes produtivamente, e para sustentar a grande produtividade destas culturas, houve uma redução da resistência a doenças e pragas e a necessidade de adição de grande quantidade de nutrientes. Outro ponto importante é o desequilíbrio biológico ocasionado pela especialização do agricultor em cultivar uma única cultura na propriedade.

Assim, têm surgido diversos problemas de ordem ambiental, como a contaminação de alimentos, solo, água e animais, intoxicação de agricultores, resistência de patógenos a certos princípios ativos dos agrotóxicos, surgimento de doenças iatrogênicas (as que ocorrem devido ao uso de agrotóxicos), desequilíbrio biológico com alterações da ciclagem de nutrientes e da matéria orgânica (MO), eliminação de organismos benéficos e redução da biodiversidade (MORANDI et al., 2009). Segundo PAULA JUNIOR et al. (2009), o principal fator para a grande quantidade de agrotóxicos ainda utilizados relaciona-se com a cultura desenvolvida por agricultores e por agentes de extensão rural (oficiais e privados), que utilizam e ou recomendam exclusivamente agrotóxicos, pela facilidade de uso, divulgação e eficiência desses produtos químicos.

O modelo de produção agropecuário adotado no Brasil, baseado na “Revolução Verde”, cujo aumento na produtividade é obtido por meio de plantas melhoradas geneticamente e pelo uso de insumos como fertilizantes e agrotóxicos, exige a estruturação de toda a sociedade para avaliar e gerenciar os riscos advindos da utilização desses produtos (GOMES & BARIZON, 2014). Assim, a preocupação da sociedade com o impacto da agricultura no ambiente e a contaminação da cadeia alimentar com resíduos de agrotóxico têm alterado o cenário agrícola, resultando no surgimento de segmentos de mercado para produtos diferenciados, tanto os produzidos sem o uso de agrotóxicos, como os portadores de selos que garantem que os agrotóxicos foram utilizados adequadamente (MORANDI et al., 2009).

Um modelo de agricultura alternativa que mais cresce no Brasil é a agricultura orgânica. Atualmente, são 14.928 agricultores que trabalham com produção orgânica inscritos no Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos (MAPA, 2017). Esse modelo tem sua origem relacionada com Sir Albert Howard, agrônomo inglês que trabalhou na Índia, no período de 1899 a 1940 (JESUS, 1985), e caracteriza-se pela diversificação e integração da produção interna, sendo o termo orgânico originário da ideia de que a unidade de produção funcione como um "organismo vivo", significando que todas as atividades da fazenda (olericultura, fruticultura, criações, dentre outras) seriam partes de um corpo dinâmico, interagindo entre si (ASSIS, 2005). A agricultura orgânica busca obter vantagens das interações de ocorrência natural, com ênfase nas relações biológicas, como aquelas entre pragas e predadores, e em processos naturais, como a fixação biológica de nitrogênio (MORANDI, 2010). Segundo este autor, numa visão mais pragmática, o manejo de doenças na agricultura orgânica deve ser entendido como a integração de medidas aplicadas preventivamente.

SOUZA & RESENDE (2003) enumeram, como objetivos da agricultura orgânica, a fim de desenvolver e adaptar tecnologias às condições sociais, econômicas e ecológicas de cada região: Trabalhar a propriedade rural dentro de um enfoque sistêmico envolvendo todas as atividades da mesma; Priorizar a propriedade familiar; Promover a diversificação da flora e da fauna; Reciclar os nutrientes; Aumentar a atividade biológica do solo; Promover o equilíbrio ecológico das unidades de produção da propriedade; Preservar o solo, evitando a erosão e conservando suas propriedades físicas, químicas e biológicas; Manter a qualidade da água, evitando contaminações por produtos químicos ou biológicos nocivos; Controlar os desequilíbrios ecológicos pelo manejo fitossanitário; Buscar a produtividade ótima e não a máxima; Produzir alimentos saudáveis, sem resíduos químicos e com alto valor biológico; Promover a auto-suficiência econômica e energética da propriedade rural; Organizar e melhorar a relação entre os produtores rurais e os consumidores; Preservar a saúde dos produtores rurais e dos consumidores.

No cenário de produção orgânica de alimentos, mercados e movimentos que focam a sustentabilidade ambiental e social da agricultura privilegiam métodos de produção que conservem os recursos produtivos e façam uso de métodos biológicos e ou ecológicos de manutenção da fertilidade do sistema de produção, privilegiando a ciclagem de nutrientes, o aproveitamento de resíduos biológicos locais e regionais e a aquisição de N por meio da fixação biológica. Dentro desses marcos, se evidencia o interesse pelo uso da adubação verde na cafeicultura, fazendo com que o produtor diminua os custos com insumos externos e com herbicidas, produzindo um alimento mais saudável e livre de contaminantes.

2.2 Acúmulo de biomassa e nutrientes por adubos verdes em cafezais.

A capacidade de aporte de N proveniente da fixação biológica (FBN) depende da produção de biomassa do adubo verde. Se esta produção for baixa, o aporte de N derivado da FBN (N-FBN) e a concentração de outros nutrientes normalmente serão baixos. Por outro lado, se a produção de massa for muito alta (e provavelmente o período de consorciação também), mesmo com grande aporte de N-FBN, provavelmente ocorrerá competição com os cafeeiros por outros recursos. Apesar da presença de adubos verdes reduzir a presença de ervas espontâneas, em caso de abundante crescimento, esse efeito positivo será eliminado pela competição gerada pelo próprio adubo verde.

A quantidade de nutrientes na biomassa dos adubos verdes é função direta da produção de biomassa. Ainda nesse sentido, é preciso lembrar que os nutrientes na massa dos adubos verdes não são necessariamente 'aportes' dessas espécies. Os nutrientes podem ser extraídos do mesmo volume de solo e no mesmo período disponível aos

cafeeiros, impactando a ciclagem de nutrientes no agroecossistema. Esse aspecto é importantíssimo para explicar os resultados e pode ser modificado pelo arranjo espacial dos adubos verdes, escolha das espécies e datas de plantio e poda/corte.

Os nutrientes realmente aportados provém da fixação biológica (N) ou de volume de solo não explorado pelos cafeeiros, seja em profundidade ou distância das linhas, ou seja por absorção em tempo diferente. Para o aproveitamento desse aporte, os nutrientes precisam estar disponíveis no período de maior demanda nutricional dos cafeeiros.

O decote (corte a 1,0m da superfície do terreno) do guandu resultou em maiores produções de biomassa que o esqueletamento da planta (corte lateral dos ramos produtivos), em meio a cafeeiros ‘Catuaí (2x1m) em Venda Nova do Imigrante – ES (Araújo et al., 2007). No mesmo estudo, podas em fevereiro ou março permitiram rebrota e nova poda após 60 dias, parcelando a distribuição da biomassa, embora aportes a partir de abril já sejam tardios para os cafeeiros.

A massa de *C. juncea*, cultivada em 3 linhas em meio a cultivares de *C. arabica* em Valença – RJ (Ricci et al., 2002; Ricci et al., 2005) apresentou quantidades importantes de N, K e Ca. A análise dos dados indica que a biomassa da poda (76 dias) era mais rica em nutrientes do que a obtida no corte final, o que é importante para o cafeeiro, especialmente por que foi realizada em janeiro. Os autores relatam ainda que a FBN na *C. juncea* atingiu até 54% do N presente na sua biomassa, equivalente ao aporte de até 200 kg ha⁻¹ de N. Embora os teores foliares de N e Mg tenham sido mais elevados nos cafeeiros consorciados com o adubo verde, não se verificou efeito sobre o crescimento das plantas.

O acúmulo médio de N, P e K em diversas leguminosas nas entrelinhas de diferentes cultivares de café (2,8-3,0 m entre linhas) na Zona da Mata de Minas Gerais foi analisado por Moura et al. (2005), sendo os dados representam a média de 4 localidades e as leguminosas apresentaram grande variabilidade de produção conforme o local de cultivo. Por exemplo, a *C. juncea* (média 3,8 t biomassa seca ha⁻¹) apresentou produtividade de 1,8 a 7,0 t massa seca ha⁻¹ conforme o local de cultivo. Os dados indicam a importância da avaliação local das leguminosas, uma vez que a produção de massa é essencial para a obtenção dos benefícios ou prejuízos com a adubação verde. Nesse estudo as leguminosas foram cortadas no florescimento, portanto com períodos de crescimento diferentes, o que influencia o acúmulo de nutrientes. As produtividades dos cultivares foi elevada (52 sc ha⁻¹), o que é coerente com a produção de massa das leguminosas, cujas maiores benefícios devem estar relacionados ao controle de ervas e à proteção do solo.

A leucena em consórcio com cafeeiros (4 x 2m) em Ibiporã – PR (Chaves, 2001) acumulou, anualmente, grandes quantidades de N, K, Ca e Mg. As podas frequentes, realizadas ao longo de três vezes, e o espaçamento mais largo das linhas dos cafeeiros certamente contribuíram tanto para o resultado, quanto para a disponibilização sincronizada com a demanda dos cafeeiros, resultando em incremento da nutrição e da produtividade, que se situou no patamar de 20-22 sc ha⁻¹ (Chaves, 2001).

2.3 Efeito sobre o estado nutricional e transferência de N da leguminosa para os cafeeiros

Não foi verificado efeito da consorciação com guandu nem sobre os teores de N, P e K nas folhas, nem sobre a produtividade de ‘Catuaí Amarelo’ em Lavras-MG (Theodoro et al., 2007). A consorciação com *C. spectabilis*, nabo forrageiro ou soja não alterou o teor de N em folhas de cafeeiros ‘Paraíso’ após o corte dos adubos verdes (Palma Neto et al., 2007). Também houve pouco impacto de diversos adubos verdes herbáceos sobre os teores de macro e micronutrientes em cafeeiros ‘Oeiras’, na Zona da Mata de

Minas Gerais (Toledo e Santos, 2005). Os adubos verdes foram cortados no florescimento (provavelmente em datas diferentes) e os cafeeiros foram avaliados em agosto, após a colheita e no período crítico de déficit hídrico na região. Os teores de P, K, Zn, Fe, Mn, Cu e B foram similares em todos os tratamentos. A consorciação com *Setaria sphacelata* resultou em teores mais baixos de N, Ca, Mg e S, enquanto que cafeeiros que receberam cobertura morta apresentaram os teores mais elevados, embora poucas diferenças estatísticas tenham sido observadas.

A consorciação com guandu elevou o teor de N (de 2,74% para 3,31%) em cafeeiros Catuaí orgânicos em Paty do Alferes-RJ (Ricci et al., 2002; Ricci e Aguiar, 2004). No entanto, essa consorciação reduziu a produtividade (média de 10 a 12 sc ha⁻¹). Assim, os maiores teores de N observados com a consorciação podem advir também do menor esgotamento dos cafeeiros, que produziram menos, e não somente da contribuição da leguminosa.

A poda freqüente e o grande aporte de massa de leucena (2,96% N; C:N=16,6) foram responsáveis pela elevação do teor de N nas folhas de cafeeiros 'Mundo Novo' em Ibiporã – PR (Chaves, 2001). O autor relata que essa elevação do teor de N foliar está associada tanto à menor mortalidade de ramos quanto à menor incidência de cercosporiose.

No Acre, a consorciação com guandu, feijão-de-porco, mucuna-preta ou *Flemingea congesta* resultou em cafeeiros com teores foliares de N similares (2,6%) à testemunha. No entanto, o guandu e o feijão-de-porco reduziram a produção, enquanto *Flemingea congesta* a elevou (Bergo et al., 2006).

A consorciação com *C. juncea* reduziu o teor de N nos cafeeiros aos 26 dias após o corte, mas elevou estes teores aos 162 dias após o corte (Ricci et al., 2002; 2005). Os teores de P, K, Ca e Mg não foram alterados pela consorciação. É possível que a redução inicial do teor de N reflita uma competição com os cafeeiros, assim como é possível que a elevação dos teores em setembro-outubro resulte em maiores crescimento e produção no ano seguinte.

Pouco se conhece sobre a eficiência da adubação nitrogenada, expressa pela proporção entre a quantidade de N disponibilizado e o que foi absorvido pela cultura de interesse, principalmente relacionado à utilização da adubação verde. De maneira geral a eficiência de utilização do nitrogênio da FBN é baixa (Azam et al., 1985; Harris & Hesterman, 1990; Scivittaro et al., 2000; Silva et al., 2006).

2.4 Efeito dos adubos verdes sobre o crescimento e produção dos cafeeiros

Não são muitos os trabalhos que apresentam os impactos das leguminosas arbustivas ou rasteiras sobre o crescimento e produtividade dos cafeeiros. Uma clara correlação negativa entre a massa dos adubos verdes e a produtividade dos cafeeiros foi estabelecida por PAULO et al. (2001; 2006), resultado similar ao relatado por Rezende et al. (2000). Em consórcio com cafeeiros Apoatã, o guandu e a *C. juncea* apresentaram as maiores produções de biomassa e resultaram nas menores produtividades dos cafeeiros, ao passo que a consorciação com a *C. spectabilis*, mucuna-anã e soja resultaram em produtividades numericamente inferiores, mas estatisticamente similares à testemunha sem adubo verde (Paulo et al., 2001). A consorciação com guandu reduziu ainda o diâmetro de caule e a altura das plantas de café. É importante ressaltar que, neste experimento, os adubos verdes estiveram consorciados com os cafeeiros por diferentes períodos, uma vez que foram cortados no florescimento. Nesse caso a produção de biomassa dos adubos verdes foi alta, muito provavelmente levando a efeitos competitivos. Os autores chamam a atenção para o possível efeito de danos às raízes dos cafeeiros pela

incorporação dos adubos verdes com enxada rotativa. Outro aspecto importante do trabalho é a alta produção de biomassa de *C. spectabilis*, mucuna-anã e soja em 90 dias de consorciação, sem reduzir significativamente a produtividade e crescimento dos cafeeiros, apontando para o potencial dessas espécies em estudos futuros. Essas espécies não afetaram a produtividade do café, provavelmente devido ao fato de apresentarem porte baixo. O corte aos 90 dias (plantio outubro-novembro) permite que os nutrientes dos adubos verdes sejam liberados em períodos em que ainda há demanda nutricional pelos cafeeiros.

Em trabalho conduzido com cafeeiro ‘Mundo Novo’ enxertado sobre ‘Apoatã’, Paulo et al. (2006) relatam resultados semelhantes. Novamente, existe uma correlação negativa entre a produção de massa pela leguminosa e a produtividade do cafeeiro. Contudo, esse efeito é mais nítido com guandu, uma vez que a *C. juncea* produziu massa quatro vezes superior a mucuna-anã, *C. spectabilis* e soja, mas resultou em cafeeiros com produtividades similares a estas. Neste trabalho somente o guandu impactou o crescimento dos cafeeiros, reduzindo o diâmetro do caule. Nas duas primeiras safras não houve efeito significativo das leguminosas sobre a produtividade. No entanto, após a recepa somente a *C. spectabilis* não reduziu a produtividade dos cafeeiros. Na média de quatro safras, somente o guandu impactou negativamente a produtividade a qual apresentou nível médio baixo (8,4 sc ha⁻¹) em todo o experimento, o que também pode ter contribuído para a similaridade dos efeitos entre *C. spectabilis*, *C. juncea*, mucuna-anã e soja. O período de consorciação foi maior com guandu (150 dias) do que com outras espécies (90 dias), fator que também pode ter influenciado os resultados. Neste manejo, o guandu foi cortado em junho e acumulou biomassa (e absorveu nutrientes) no mesmo período de acúmulo do cafeeiro (outubro-março no Sudeste). Nos meses de maio e junho, já se iniciou o período seco e a presença do guandu pode ter acarretado competição por água e a liberação de nutrientes ocorreu em período de baixíssima demanda nutricional dos cafeeiros.

A produtividade do primeiro ano de cafeeiros consorciados de 5 a 6 meses com leguminosas no estado do Acre é relatada por BERGO et al. (2006). Embora se trate de uma única e primeira colheita, foi verificada redução da produtividade com a consorciação com feijão-de-porco e guandu. O feijão-de-porco e mucuna-preta reduziram a altura dos cafeeiros e o guandu, feijão-de-porco e mucuna-preta reduziram o diâmetro da copa. Um resultado raro e muito interessante foi obtido com a consorciação com *Flemingia congesta*. Essa espécie arbórea perene, que recebeu duas podas no período estudado, elevou a produtividade em relação à testemunha, resultando ainda em cafeeiros com altura e diâmetro de copa similares a esta. Esse efeito sugere que esta leguminosa, nas condições ambientais e de manejo avaliadas, trouxe benefício à cultura do café. Um desses benefícios foi a supressão de ervas espontâneas. Outro componente do resultado pode ser a disponibilização sincronizada de nutrientes, decorrentes das podas, durante o período de demanda dos cafeeiros. As demais leguminosas foram cortadas em abril, mesmo mês da colheita, indicando que crescem no mesmo período dos cafeeiros, pouco se esperando de seus efeitos nutricionais. É importante ainda ressaltar que os níveis de produtividade foram baixos (testemunha com produção de 4,6 sc ha⁻¹) e que a região apresenta entre 1800 e 1900 mm de precipitação anual.

O efeito da consorciação com *C. juncea* sobre o crescimento de cultivares de café é relatado por RICCI et al. (2002; 2005). A leguminosa foi plantada em meados de novembro, podada após 76 dias (final de janeiro) e cortada no final de abril, a produção de massa foi elevada e embora não exista relato do impacto na produtividade, aos 15 meses após o plantio, os cultivares consorciados apresentaram-se mais altos e com o mesmo diâmetro do que os não consorciados. Os resultados sugerem que a poda da *C.*

juncea é um importante manejo tanto para a liberação de biomassa e nutrientes para o cafeeiro em períodos de demanda, quanto de redução da competição por recursos por esta leguminosa de crescimento rápido e de alto potencial produtivo.

Na Zona da Mata de Minas Gerais foram avaliados os impactos de sete leguminosas sobre a produtividade de cultivares de café nos dois primeiros anos (Moura et al., 2005). O experimento foi conduzido em quatro locais e os adubos verdes foram cortados no florescimento, indicando que o período de consorciação foi variável. A *C. juncea* e o guandu-anão apresentaram as maiores produções de massa seca e o amendoim-forrageiro a menor. As localidades mais quentes e com solos sem impedimento físico sub-superficial resultaram em maiores produções de massa das leguminosas. Embora se trate de dados de um ano, os cafeeiros consorciados com leguminosas em sistema orgânico apresentaram alta produtividade (52 sc ha⁻¹). A produtividade mais elevada (56 sc ha⁻¹) foi verificada na consorciação com a lab-lab, que não foi a leguminosa que apresentou maior produção de massa ou continha a maior quantidade de nutrientes; o amendoim-forrageiro apresentou baixa produção de massa, mas os cafeeiros associados a esta espécie apresentaram produtividade igual à média do experimento; novamente os cafeeiros consorciados com guandu apresentaram produtividade mais baixa, à semelhança daqueles consorciados com calopogônio, sugerindo possíveis efeitos de competição a serem estudados posteriormente.

Existem ainda relatos do efeito do guandu em elevar a produtividade de cafeeiros adubados organicamente de 33 para 40,8 sc ha⁻¹, quando não foi aplicada palha de café (Malta et al., 2007). A mesma espécie não influenciou a produtividade em experimento similar (Theodoro et al., 2007). Em ambos os experimentos, conduzidos em Lavras-MG, a consorciação foi limitada a 3 meses, após os quais o guandu foi cortado e colocado sob os cafeeiros.

2.5 Controle de Infestantes por plantas de cobertura

No planejamento de cultivo, a manutenção de adubos verdes interfere diretamente na competição por luz e espaço, diminuindo a probabilidade de perpetuação de algumas espécies invasoras de difícil controle (SODRÉ FILHO et al. 2004, CAVA et al. 2008). Muitos estudos de ecologia das plantas infestantes enfatizam as características e adaptações de crescimento, que permitem a essas espécies explorar os nichos ecológicos deixados em aberto nas terras cultivadas e os mecanismos de adaptação que as possibilitam sobreviver sob condições de perturbações máximas do solo, como ocorre nos sistemas convencionais de cultivo (RIZZARDI et al., 2001). Esses estudos mostraram que as características que permitem as infestantes colonizarem com sucesso os agroecossistemas incluem: necessidades para germinação atendidas em muitos ambientes (o cultivo melhora a germinação das sementes porque aumenta o número de pontos com microclima favorável); longevidade das sementes (há espécies cujas sementes podem permanecer viáveis até por mais de 80 anos); dormência variável das sementes; crescimento rápido (a produção de sementes geralmente começa após um curto período de crescimento vegetativo); alta produção de sementes sob condições favoráveis (por exemplo, *Amaranthus retroflexus* pode produzir mais de 110 mil sementes por planta); autocompatíveis, mas não completamente autógamas ou apomíticas (muitas infestantes anuais podem produzir sementes sem polinização cruzada); adaptação para dispersão a curta e longas distâncias; reprodução vegetativa vigorosa ou regeneração de fragmentos das ervas perenes; capacidade de competir interespecificamente de maneira especializada (superbrotamento, crescimento de choque, substâncias alelopáticas); capacidade de se adaptar e tolerar ambientes diversos.

O resultado final da competição com as infestantes é a redução na produção ou na qualidade do produto. Em muitas culturas, se as infestantes são deixadas sem controle durante o período de crescimento, geralmente torna-se inviável a produção de qualquer alimento comercializável.

No manejo de infestantes em sistema orgânico, o princípio da prevenção deve ser privilegiado. Portanto, recomenda-se o uso de práticas que evitem a ressemeadura de invasoras, como a manutenção de quantidade de palha suficiente para recobrir o solo, o uso de plantas de cobertura com efeito alelopático e o plantio em época adequada (SKORA NETO, 1998). O método químico é substituído, na maior parte das vezes, por métodos manuais combinados com mecânicos, como é o caso do uso de roçadeiras. Existem dois aspectos a se considerar no plantio direto orgânico: a substituição dos herbicidas dessecantes e dos herbicidas durante o ciclo da cultura. Para substituição dos herbicidas dessecantes, no sistema orgânico são utilizadas plantas de grande capacidade de abafamento das infestantes para a formação da cobertura morta no final do período chuvoso e que são roladas ou roçadas na fase de formação de grãos (DAROLT; SKORA NETO, 2002). Espera-se que essa cobertura seja capaz, pelo impedimento físico e químico (alelopatia), de interromper a germinação da maioria das infestantes até o início do período chuvoso, evitando, assim, o uso de herbicidas durante o ciclo da cultura com a utilização de apenas uma capina manual ou a roçada, aliada a outras práticas culturais de manejo.

O controle de infestantes obtido pela alelopatia não polui e não requer equipamentos sofisticados para aplicação. Os estudos dos mecanismos das interferências bióticas entre os componentes cultivados e não cultivados, especialmente por meio de interações alelopáticas, tornar-se-ão mais importantes à medida que as limitações econômicas e ecológicas das práticas de controle de infestantes tornam-se mais restritivas (FERREIRA, 2004). Portanto, é de se esperar que um longo caminho esteja por ser percorrido, visando desenvolver tecnologias produtivas orientadas para alta eficiência no uso de insumos e apropriadas para a agricultura e pecuária orgânicas. Faz-se, então, cada vez mais necessário propiciar condições para instalação de sistemas de produção que sejam economicamente viáveis e estáveis, em que a proteção ambiental, o uso eficiente dos recursos naturais e a qualidade de vida do homem estejam contemplados, garantindo a identidade e a qualidade do produto.

2.6 Alelopatia e potencialidades do feijão-de-porco e crotalária juncea

A alelopatia tem sido entendida, segundo Souza Filho *et al.* (1998), como todo efeito direto e indireto de uma planta sobre outra, incluindo a participação dos microrganismos, através da produção de substâncias químicas que são liberadas para o meio ambiente.

Muitos autores relatam que as plantas sintetizam as substâncias alelopáticas de forma contínua e as liberam no ambiente através da volatilização, exsudação radicular, lixiviação pela chuva e o orvalho, decomposição de sua palhada (PUTNAM, 1983; RICE, 1984; RODRIGUES *et al.* 1992 e 1993; JACOBI & FLECK, 1998).

A vantagem do uso de substâncias produzidas pelas plantas no controle das plantas invasoras está o fato de serem mais facilmente biodegradáveis do que a maioria dos herbicidas sintéticos (RIZVI *et al.* 1992).

A produção de aleloquímicos pelas plantas é variável conforme a espécie (RICE, 1984) e conforme as condições de crescimento em campo. Segundo Wender (1970) a cultura do fumo apresentou aumento dos níveis de ácidos clorogênicos e escopolina nos tecidos, devido às condições de deficiência mineral, baixa temperatura, radiação

ultravioleta. Einhellig (1995) sugere uma relação entre o estresse e o conteúdo aleloquímico na planta, dependente da intensidade de deficiência mineral, déficit de umidade, temperaturas extremas, doenças, insetos e outras variáveis.

A *Canavalia ensiformis* (L.) DC (feijão-de-porco) é uma das espécies leguminosas que historicamente vêm se destacando na supressão de plantas daninhas (BALBINOT JR, 2004). Essa é uma espécie da família Fabaceae, relativamente livre de ataque de pragas e doenças e amplamente cultivada com finalidade de fixação do nitrogênio atmosférico para adubação verde em lavouras (SANTOS *et al.* 2007). Um dos primeiros trabalhos sobre alelopatia proporcionada pela *Canavalia ensiformis* (L.) DC foi realizado por Magalhães & Franco (1962) avaliando o extrato das suas raízes em tubérculos de *Cyperus rotundus* (Tiririca). Esse substrato provocou inibição de brotações dos tubérculos e nas plantas adultas tornou as suas folhas cloróticas. Os efeitos alelopáticos dessa espécie podem ser atribuídos aos compostos alcalóides, taninos, flavonóides, saponinas, fenóis, terpenos, ácidos orgânicos, peptídios e cianoglicosídeos, mas os autores sugerem que essas substâncias alelopáticas podem atuar em conjunto alterando várias funções nas plantas espontâneas (SANTOS *et al.* 2007; UDEDIBIE & CARLINI, 1998).

A crotalária (*Crotalária juncea* L.) destaca-se por possuir rápido crescimento e grande potencial de produção de matéria seca. Apresenta ainda fácil decomposição e eficiência na fixação biológica do nitrogênio, além de favorecer a ciclagem de nutrientes no solo (Dourado *et al.*, 2001; Wang *et al.*, 2002). Em sistemas de rotação ou em consórcio, essa espécie tem efeitos consideráveis na produtividade de culturas de expressão econômica (Jesus *et al.*, 2007; Duarte-Junior e Coelho, 2008; Lange *et al.*, 2009; Silva *et al.*, 2009; Araujo *et al.*, 2013). É utilizada com eficiência no controle de nematoides (Moraes *et al.*, 2006; Garrido *et al.*, 2008) e na supressão de plantas daninhas, pelo efeito alelopático (Fontanetti *et al.*, 2007; Monquero *et al.*, 2009). Burle *et al.* 2006, afirmam que velocidade inicial de crescimento e a cobertura mais rápida do solo por essa espécie também contribuem para a maior proteção do solo, além de exercer o controle de plantas daninhas. Salton *et al.* (1993) relataram que a cobertura do solo com a crotalária *juncea* chega a 100% aos 50 dias após semeadura.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma lavoura de café arábica cv. Catuaí Vermelho com aproximadamente 21 anos de idade, localizada no Sítio São Joaquim (20°46'30.09" de latitude, 42°45'42.38" de longitude e 721 m de altitude) município de Cajuri, localizado na Zona da Mata de Minas Gerais. O clima da região é classificado como tropical de altitude e segundo a classificação de Köppen é do tipo Cwa, com temperatura média anual de 19 °C e a precipitação média anual de 1.300 mm, apresentando no inverno, clima frio e seco e no verão, apresenta-se quente e chuvoso, com temperatura média de 20,22 °C, sendo a média máxima de 26,84 °C e a média mínima de 15,97 °C. A propriedade pertence ao senhor Hélio Leonídeo de Freitas. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho (Embrapa, 1999) e amostras coletadas a 0-20 cm de profundidade foram analisadas no Laboratório de Fertilidade do Solo da Embrapa Agrobiologia, revelando composição média de nutrientes constante da tabela 1.

Tabela 1- Resultados das análises químicas de amostra composta do solo da área do experimento, em profundidade de 0 - 20 cm.

% C S (%)	Al S (cmolc/d)	Ca S (cmolc/d)	K S (mg/L)	Mg S (cmolc/d)	P S (mg/L)	pH S (unid)
1.35	0.11	2.30	161.56	0.48	10.97	5.23

% C S - Walkey &Black; Al S – Titulação; Ca S – absorção atômica; K S - fotometria de chama; Mg S – Absorção atômica; P S – Colorimétrico; pH S –Potenciometria. (Nogueira & Souza, 2005).

A área total da lavoura é de 2,5 ha, com espaçamento de 1,5 m entre plantas e 2,5 m entre linhas, conforme figura 1. Por se tratar de uma lavoura em conversão agroecológica, foi banido, nos últimos dois anos, o uso de herbicidas, utilizando apenas roçadas mecânicas para o controle de ervas espontâneas e também não se utiliza produtos químicos para o controle de pragas e doenças. Para a nutrição da lavoura, é usado a cama de frango compostada. A Lavoura sofreu duas recepas, uma em 2003 e outra em 2010.

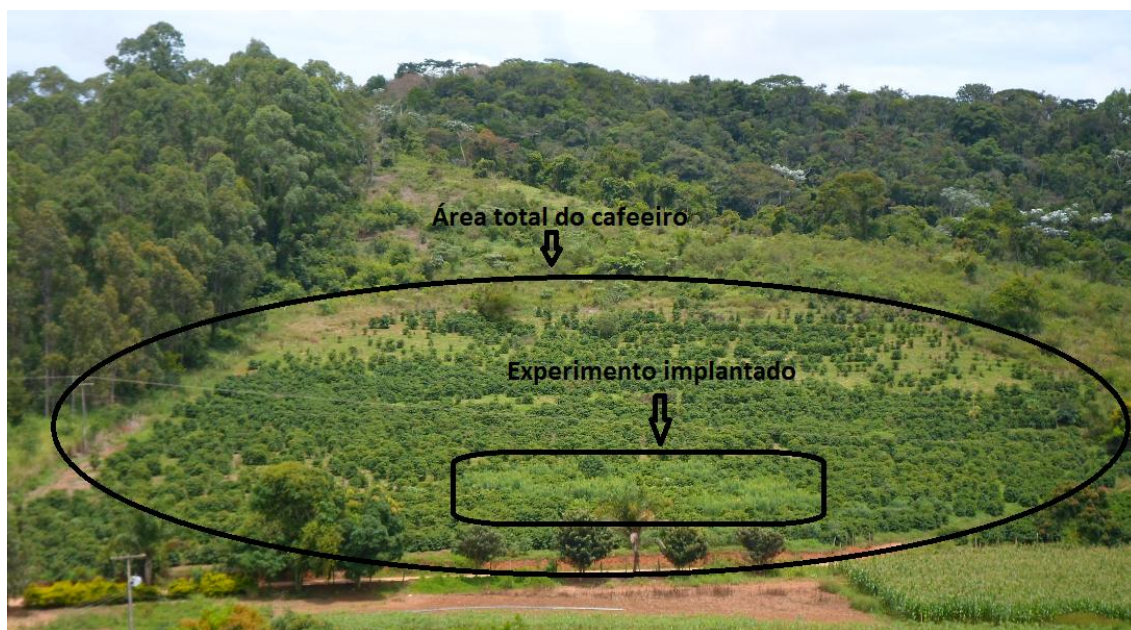


Figura 1: Área total do cafeeiro com destaque também para o local de implantação do experimento. Cajuri, Zona da Mata de Minas Gerais, 2015/2016.

Os tratamentos consistem de diferentes arranjos utilizando duas espécies diferentes de leguminosas como plantas de cobertura, além de uma testemunha, sem a presença de plantas de cobertura. Foram utilizados quatro tratamentos: a) feijão de porco (*Canavalia ensiformis*) solteiro; b) crotalária juncea (*Crotalaria juncea* L.) solteira; c) crotalária juncea consorciada com feijão de porco; e d) testemunha (sem plantio de plantas de cobertura). Todos os tratamentos estão representados na figura 2. As sementes das leguminosas foram inoculadas com rizóbios específicos para cada espécie, (Figura 3). Cada parcela possuiu o comprimento de 6 m por 2,40 m de largura, em sistema de blocos casualizados com cinco repetições.



Figura 2- Tratamentos com os diferentes arranjos das plantas de cobertura, sendo feijão de porco solteiro (A), *Crotalaria juncea* solteira (B), feijão de porco consorciado com *Crotalaria juncea* (C) e sem cobertura (D). Cajuri, Zona da Mata de Minas Gerais, 2015/2016.



Figura 3- Sementes de feijão de porco (à esquerda) e crotalária juncea (à direita) inoculadas com bactérias do gênero *Rizobium*. Cajuri, Zona da Mata de Minas Gerais, 2015/2016.

A limpeza da área experimental foi realizada através de capina manual, com a utilização de enxada, enxada e rastelo. O experimento foi iniciado em dia 30 de novembro de 2015.

No plantio das leguminosas, para o feijão de porco, o espaçamento entre covas foi de 0,30 m, em três linhas com espaçamento de 0,4 m, entre as linhas de café, onde foram colocadas 4 sementes por cova. Para a crotalária juncea, o espaçamento entre covas foi de 0,20 m, em três linhas com espaçamento também de 0,4m, entre as linhas do café, onde foram colocadas 6 sementes por cova. Para o consorcio de leguminosas, foi adotado o mesmo espaçamento entre linhas do feijão de porco, porém com 3 sementes de feijão de porco e 4 de crotalária juncea por cova, conforme Figura 4. Não foi realizado nenhum tipo de adubação no plantio das plantas de cobertura. Houve uma boa germinação das sementes das espécies devido as chuvas no início de dezembro de 2015.



Figura 4 – Abertura da covas para o plantio do consórcio entre feijão de porco e *Crotalaria juncea*. Cajuri, Zona da Mata de Minas Gerais, 2015/2016

Após 90 dias da implantação do experimento, iniciou-se as coletas de amostras, antes dos cortes das parcelas. Para a coleta das leguminosas, foi determinada uma área de 4m linear da linha central de cada parcela, onde todas as plantas foram coletadas, pesadas e separadas subamostras representativas. Após esse procedimento, as subamostras foram pesadas para a determinação da produção da biomassa fresca e colocadas em estufa de ventilação forçada à temperatura de 65°, até atingir peso constante para quantificar o teor de matéria seca e a produção de biomassa seca por área (kg/ha). Após a secagem das amostras, foi feito a separação de caule e folha para análise de nutrientes (Figura 5).



Figura 5 – Separação de folha e caule de *Crotalária juncea* para análise de nutrientes. Cajuri, Zona da Mata de Minas Gerais, 2015/2016

Já para a coleta de amostras das plantas espontâneas, foi utilizado um quadrado de 0,5 x 0,5 m, onde foi lançado por 8 vezes dentro de cada parcela, perfazendo uma área útil de 2m² de plantas espontâneas coletadas. Em seguida, foram pesadas para determinar o peso fresco das amostras de cada parcela, separadas, identificadas e novamente pesadas separadamente, de acordo com a espécie, e levadas para estufa de ventilação forçada à temperatura de 65° até atingir peso constante, a fim de quantificar o teor de matéria seca, a produção de biomassa seca por área (kg/ha) e analisar os teores de nutriente.

Com o objetivo de analisar a estrutura das comunidades de plantas espontâneas presentes na área, foram considerados os seguintes índices fitossociológicos das espécies: frequência (FRE)- informa sobre a distribuição das espécies nas parcelas da área; densidade (DEN)- informa a quantidade de plantas por unidade de área em cada espécie; abundância (ABU)- informa sobre as espécies cujas plantas ocorrem concentradas em determinados pontos; frequência relativa (FRER), densidade relativa (DENR) e abundância relativa (ABUR)- fornecem informações de cada espécie, em relação a todas as outras encontradas na área; e, índice de valor de importância (IVI)- indica quais espécies são mais importantes dentro da área estudada (SANTOS et al., 2004).

Os dados obtidos foram utilizados na determinação dos índices fitossociológicos das espécies, calculados pelas seguintes fórmulas, conforme proposto por Brandão et al. (1998):

Frequência (FRE) = N° de parcelas que contêm a espécie/ n° total de parcelas utilizadas;

Densidade (DEN) = N° total de indivíduos por espécie/ área total amostrada;

Abundância (ABU) = N° total de indivíduos por espécie / N° total de parcelas que contém a espécie;

Frequência Relativa (FRER) = Frequência da espécie x 100/ frequência total de todas as espécies;

Densidade Relativa (DENR) = Densidade da espécie x 100/ densidade total de todas as espécies;

Abundância Relativa (ABUR) = Abundância da espécie x 100/ abundância total de todas as espécies;

Índice de Valor de Importância (IVI) = Frequência relativa + Densidade relativa + Abundância relativa.

Com base na observação das tabelas resultantes destes cálculos, determinou-se a eficiência dos tratamentos testados no controle das espécies de plantas espontâneas presentes na área.

As parcelas foram roçadas após a coleta de todas as amostras necessárias, no início da floração das leguminosas, com auxílio de roçadeira (05/03/2016), conforme observado na figura 6.



Figura 6- Parcela com consórcio entre crotalária juncea e feijão de porco no início do florescimento (A) e roçada das leguminosas(B). Cajuri, Zona da Mata de Minas Gerais, 2015/2016

Após 71 dias da roçada das parcelas, foram coletadas folhas do cafeeiro para fim de diagnose do estado nutricional. Para tal, foi realizada a amostragem em plantas do cafeeiro coletando o 3º par de folhas a contar do ápice do ramo na altura mediana da planta (Figura 7), em todas as 5 plantas de cada parcela, dos dois lados de cada planta, seguindo a recomendação de GUIMARÃES et al. (1999) para a cultura e levadas para estufa de ventilação forçada à temperatura de 65° até atingir peso constante, afim de quantificar os teores de nutrientes absorvidos. A lógica da análise de tecidos vegetais é que o teor ou o conteúdo de nutrientes, em uma parte específica da planta, reflete o estado nutricional da mesma e, portanto, seu potencial de crescimento e produção. A diagnose objetiva avaliar, de forma direta, os nutrientes que a planta tenha absorvido, em vez de medir o aporte de elementos presentes no solo, portanto, tecidos das plantas e análise do solo são, por vezes, relacionados entre si (MEAD, 1984).



Figura 7 - Local adequado para amostragem de folhas em cafeeiro. Adaptado de MEAD (1984).

Tanto as amostras de leguminosas, as de espontâneas e as do cafeeiro foram secas em estufa de circulação forçada no Laboratório do Departamento de Fitotecnia da UFV. Posteriormente, foram moídas no Laboratório de Agroecologia da UFV e entregues no laboratório de análises químicas da Embrapa Agrobiologia em Seropédica RJ, para análise de concentração e acúmulo de nutrientes, onde foram adotados os métodos: Ca T – Absorção Atômica; K T – Fotometria de chama; Mg T – Absorção Atômica; N – Kjeldahl; P T – Colorimétrico (Nogueira & Souza, 2005).

Os dados obtidos foram submetidos à ANOVA (teste F), sendo aplicado o teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram detectadas diferenças significativas na produção de biomassa seca entre os tratamentos (Tabela 2). Os maiores valores foram associados aos tratamentos formados pelo consórcio entre crotalária juncea e feijão e porco, com produção de $6,06 \text{ Mg ha}^{-1}$ de biomassa seca. O tratamento formado por crotalária juncea solteira produziu $3,96 \text{ Mg ha}^{-1}$ enquanto o feijão de porco solteiro produziu $1,90 \text{ Mg ha}^{-1}$. Cabe destacar que essa produtividade foi calculada levando em consideração a população da leguminosa na entre linha do café.

A produtividade encontrada está de acordo com os resultados obtidos na literatura. Em um estudo realizado em quatro localidades diferentes na Zona da Mata de Minas Gerais, com diferentes variedades de café, Moura et al. (2005) observaram que crotalária juncea apresentou média $3,8 \text{ Mg ha}^{-1}$ de massa seca com uma amplitude de $1,8$ a $7,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ de biomassa seca conforme o local de cultivo. Teixeira et al. (2005) obtiveram uma produção de biomassa seca de feijão de porco de $2,73 \text{ Mg ha}^{-1}$, utilizando um espaçamento de $0,5 \text{ m}$ entre as linhas de plantio e uma densidade de semeadura de 8 e 18 sementes por metro linear.

O consórcio entre c. juncea e feijão de porco foi mais produtivo que a soma dos tratamentos solteiros dessas duas espécies. Isto, muito possivelmente, ocorreu pelo fato de que a crotalária apresenta, especialmente na fase inicial do ciclo, uma alta velocidade de crescimento (PEREIRA, 2007), e também pelo fato do feijão de porco cobrir rapidamente o solo, preservando a umidade e favorecendo o desenvolvimento da crotalária. Observa-se que nesse consórcio o feijão de porco e a crotalária não competiram entre si, e sim, se beneficiaram desta condição alcançando uma produção de biomassa superior ao cultivo solteiro de ambas as espécies, evidenciando o potencial deste arranjo.

O pousio produziu quantidades bem inferiores de biomassa seca em comparação aos demais tratamentos. Isso demonstra a grande capacidade dos adubos verdes produzirem biomassa para proteção do solo. Em estudos de Wildner (1992), em Santa Catarina, destacou-se a utilização de adubos verdes como cobertura do solo, possibilitando, além do controle da erosão, a diminuição da incidência de plantas espontâneas, a redução das perdas de nutrientes, a atenuação das flutuações da temperatura do solo, contribuindo para a recuperação de áreas degradadas pelo mau uso do mesmo. Portanto, manter a cobertura pelo maior tempo possível é fundamental no manejo racional do solo.

Tabela 2 - Produção de biomassa aérea e nitrogênio acumulado nos tecidos de diferentes espécies de cobertura do solo, em cultivos solteiros e consorciados. Cajuri, Zona da Mata de Minas Gerais, 2015/2016.

Tratamentos	Parte aérea	
	Biomassa seca (Mg ha ⁻¹)	N total (kg ha ⁻¹)
Pousio	0,80 d	13,35 c
Feijão-de-porco	1,90 c	61,47 b
C. juncea	3,96 b	59,00 b
FP + CJ	6,06 a	145,82 a
C.V. (%)	17,85	18,04

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Com relação ao aporte de N, ficou claro a grande capacidade dos adubos verdes em aportar esse nutriente no solo (Tabela 2). Os tratamentos envolvendo feijão de porco e crotalária juncea solteiros aportaram estatisticamente a mesma quantidade de N ao solo, 61,47 kg ha⁻¹ e 59,00 kg ha⁻¹, respectivamente. No consórcio, o aporte foi ainda maior, 145,82 kg ha⁻¹, quantidade superior aos dos tratamentos solteiros, demonstrando que, neste trabalho, o consórcio entre espécies de leguminosas foi mais eficiente quanto à ciclagem do N.

O pousio contribuiu com apenas 13,35 kg ha⁻¹, quantidade muito inferior aos demais tratamentos. Ou seja, os adubos verdes foram aproximadamente de 4 a 11 vezes mais eficientes na acumulação de N em comparação às plantas espontâneas. Vale ressaltar que a proporção do N acumulado derivado da FBN varia de acordo com a disponibilidade de N mineral no solo, com a eficiência fixadora de N pelas estirpes de bactérias introduzidas via inoculação das sementes e/ou com a população de bactérias presentes originalmente no solo (Aita, 1997).

Com relação à concentração de nutrientes nos resíduos vegetais, observou-se que o consórcio apresentou os maiores valores de todos os macronutrientes analisados. O feijão de porco obteve um melhor desempenho em comparação com a c. juncea. O pousio se destacou pela sua concentração de K que foram maiores do que os encontrados na c. juncea (Tabela 3), assim como de P que apesar de não se diferenciarem estatisticamente, também apresentou maiores concentrações em relação a mesma. Isso demonstra que as plantas espontâneas encontradas nesse experimento se mostraram promissoras quanto a capacidade de reciclar esses nutrientes. Em estudos sobre plantas de cobertura, observa-se que a quantidade de nutrientes acumulados depende da espécie, da fertilidade do solo, do estágio fenológico no momento do corte, da relação C/N, da época de plantio além das condições climáticas de cada estudo (Primavesi et al., 2002).

Tabela 3 - Nutrientes acumulados na biomassa das plantas de cobertura e no pousio. Cajuri, Zona da Mata de Minas Gerais, 2015/2016

Tratamentos	Ca T	K T	Mg T	P T
g/kg de Biomassa seca.....			
Pousio	9,95 d	32,41 b	2,57 c	2,17 c
Feijão de porco	33,25 b	32,85 b	4,03 b	3,48 b
C. Juncea	18,88 c	24,95 c	3,84 b	1,97 c
FP + C. Juncea	43,28 a	68,16 a	6,98 a	6,05 a
C.V.(%)	12.49	11.71	14.00	11.28

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Com relação aos nutrientes acumulados na biomassa das folhas de café (Ca, K, Mg, P e N) pela liberação das plantas de cobertura após 71 dias da roçada das parcelas, apenas o nitrogênio obteve um aumento nos seus teores, onde, nas parcelas com c. juncea solteira, feijão de porco solteiro e consórcio houve um aumento de 2,30% (pousio) para 2,61%, 2,61% e 2,51% respectivamente (Tabela 4), representando um aumento médio de cerca de 12% de N acumulado nas folhas de café pelas leguminosas em relação ao pousio.

Resíduos culturais na superfície do solo constituem importante reserva de nutrientes, cuja disponibilização pode ser rápida e intensa (Rosolem et al., 2003), ou lenta e gradual, conforme a interação entre os fatores climáticos, principalmente precipitação pluvial e temperatura, atividade macro e microbiológica do solo e qualidade e quantidade do resíduo vegetal (Alcântara et al., 2000; Oliveira et al., 2002). Diversas espécies de plantas de cobertura do solo podem ser utilizadas a fim de evitar sua escassez. Porém, para que uma espécie seja eficaz na ciclagem de nutrientes, deve haver sincronia entre o nutriente liberado pelo resíduo da planta de cobertura e a demanda da cultura de interesse comercial (Braz et al., 2004).

Tabela 4 – Teor de nutrientes na biomassa seca das folhas do café após 71 dias da roçada da parcelas. Cajuri, Zona da Mata de Minas Gerais, 2015/2016

Tratamentos	Ca T	K T	Mg T	P T	N
.....g/kg de Biomassa seca.....					
Pousio	11,32 a	20,56 a	2,68 a	1,39 a	23,00 b
Feijão de porco	11,35 a	19,39 a	2,66 a	1,45 a	26,10 a
C. juncea	11,30 a	20,29 a	2,58 a	1,31 a	26,10 a
FP + C. juncea	11,98 a	19,71 a	2,86 a	1,38 a	25,10 a
C.V. (%)	16.06	15.29	17.40	12.23	5.84

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A infestação pelas ervas espontâneas na área experimental, em todos os tratamentos envolvendo adubo verdes, seja em monocultivos ou consorciados, foi significativamente reduzida pelo emprego das plantas de cobertura, onde a produção de biomassa seca das plantas espontâneas foi muito superior no pousio (vegetação crescendo naturalmente na área) em comparação aos demais tratamentos (Tabela 5). De acordo com MESCHÉDE et al. (2007), a superfície do solo descoberta, além de receber maior quantidade de luz, também tem maior alternância de temperatura, o que pode estimular a germinação de um grande número de espécies. VIDAL & TREZZI (2004) observaram redução de 41% de infestantes e de 74% de massa seca total das plantas daninhas comparando as áreas cobertas com culturas à testemunha descoberta.

Tabela 5- Biomassa seca das espécies de ocorrência espontânea associadas às espécies de cobertura de solo cultivadas em consórcio ou monocultivo. Cajuri, Zona da Mata de Minas Gerais, 2015/2016.

Plantas de cobertura	Ervas espontâneas							Total
	<i>Acanthospermum hispidium</i>	<i>Commelina benghalensis</i>	<i>Ageratum conyzoides</i>	<i>Digitaria sanguinalis</i>	<i>Brachiaria plantaginea</i>	<i>Cenchrus echinatus</i>	<i>Outras espécies</i>	
.....Biomassa seca de parte aérea (kg/ha)								
Pousio	203,68	123,70	129,71	65,27	69,24	28,63	183,94	804,17 a
F. de porco	8,97	5,46	11,58	0	0	7,25	2,88	36,15 c
C. juncea	25,19	34,77	23,12	44,61	35,74	39,42	79,83	272,79 b
F. de porco + C. juncea	0,42	13,80	1,24	0	8,38	0,42	9,91	34,98 c
C.V. (%)								54,95

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo Teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O feijão de porco solteiro e o consórcio entre feijão de porco e crotalaria juncea demonstraram uma eficácia muito grande no controle das ervas espontâneas, conforme figura 8, reduzindo em cerca de 95% de infestação em comparação ao pousio (onde não havia leguminosas plantadas). A crotalaria juncea solteira foi menos eficiente, reduzindo em torno de 70% a infestação de plantas espontâneas em comparação ao pousio (Figura 9), provavelmente devido ao hábito de crescimento diferentes das plantas de cobertura. A eficácia do controle da população de espontâneas pelas plantas de cobertura reflete-se em alterações pronunciadas quanto aos valores de luz incidente, temperatura e umidade do solo afetando as taxas de germinação relativas ao banco de sementes (Altieri, 2002; CONSTANTIN, 2001). Almeida e Rodrigues (1985), citado por Monegat (1991), afirmam que existe uma relação entre a quantidade de cobertura morta produzida e a redução da infestação por plantas espontâneas e que, de maneira geral, as plantas de cobertura realizam supressão destas plantas por meio de dois processos: “abafamento” e alelopatia. No caso do “abafamento”, o controle é influenciado, além do sombreamento, pelos seguintes aspectos das plantas de cobertura: agressividade inicial, volume de massa verde e seca, porte (ereto ou prostrado), distribuição dos resíduos sobre o terreno e velocidade de decomposição (relação C/N).



Figura 8 - Tratamento com feijão de porco solteiro apresentando baixa incidência de plantas espontâneas. Cajuri, Zona da Mata de Minas Gerais, 2015/2016



Figura 9 – Tratamento com crotalária solteira apresentando alta competição com as plantas espontâneas. Cajuri, Zona da Mata de Minas Gerais, 2015/2016

Na área experimental foram identificadas 21 espécies de plantas espontâneas, distribuídas em nove famílias, conforme Tabela 6. Os resultados dos índices fitossociológicos representados pela densidade, frequência, abundância e índice de valor de importância, detectaram seis principais espécies, a saber: *Acanthospermum hispidum* (carrapicho de carneiro), *Commelina benghalensis* (trapoeraba), *Ageratum conyzoides* (mentrasto), *Digitaria sanguinalis* (capim colchão), *Brachiaria plantaginea* (capim marmelada), *Ischaemum rugosum* (capim carrapicho), sendo as demais somadas e denominadas como outras (Tabela 5). Essas espécies não se distribuíram em todos os tratamentos, como por exemplo, o capim colchão não apareceu em nenhuma parcela onde constava os tratamentos feijão de porco e consórcio. Já o capim marmelada não foi encontrado nas parcelas onde constava o tratamento consórcio. Isso significa que o consórcio é muito eficiente no controle dessas espécies de plantas espontâneas.

Tabela 6 - Espécies de plantas espontâneas coletadas em área de produção agroecológica de café Arábica cv. Catuaí Vermelho, consorciado com plantas de cobertura nas entrelinhas, após 90 dias da semeadura dessas. Cajuri, Zona da Mata de Minas Gerais. 2015/2016

Família	Espécie	Nome comum
Amaranthaceae	<i>Amaranthus deflexus</i> L.	Caruru rasteiro
Asteraceae	<i>Acanthospermum hispidium</i> DC.	Carrapicho de carneiro
	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Mentrasto
	<i>Bidens pilosa</i> L.	Picão preto
	<i>Blainvillea rhomboidea</i> Cass.	Canela de urubu
	<i>Emilia fosbergii</i> Nicolson	Falsa serralha
	<i>Jaegeria hirta</i> (Lag.) Less	Botão de ouro
	<i>Sonchus olearaceus</i>	Serralha
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i> L.	Trapoeira
Convolvulaceae	<i>Ipomoea nil</i> (L.) Roth	Corde de viola
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) MILLISP.	Erva de santa luzia
	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	Amendoim bravo
Lamiaceae	<i>Marsypianthes chamaedrys</i> (VAHL) KUNTZE	Betônica brava
	<i>Leonurus sibiricus</i>	Erva macaé
	<i>Brachiaria plantaginea</i> (LINK) HITCHC.	Capim Marmelada
Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Capim carrapicho
	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	Capim colchão
	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaerth	Capim Pé-de-galinha
	<i>Ischaemum rugosum</i> Salisb	Capim macho
Malvaceae	<i>Malvastrum coromandelianum</i> (L.) GARCKE	Guanxuma
Rubiaceae	<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes	Poaia Branca

Acanthospermum hispidium (carrapicho de carneiro) foi a espécie de planta espontânea que produziu maiores quantidades de biomassa seca no tratamento pousio (Tabela 5), enquanto que no consórcio foi a que apresentou menores quantidades, tendo uma redução de praticamente 100% de sua população. Por outro lado, *Cenchrus echinatus* (capim carrapicho) obteve uma maior produção de biomassa seca no tratamento com c. juncea solteira, maior inclusive que o pousio, onde não havia nenhuma planta de cobertura. De maneira geral, a c. juncea foi menos eficiente no controle das ervas espontâneas em relação aos outros tratamentos. Já Severino & Christoffoleti (2001), estudando a composição do banco de sementes de plantas daninhas, em solos cultivados com adubos verdes, verificaram que a *Crotalaria juncea* promoveu maior controle sobre a vegetação espontânea do que outras espécies de adubos verdes, reduzindo, significativamente, a infestação de ervas invasoras.

Trabalhos como o de Erasmo et al. (2004) e Monqueiro et al. (2009) mencionam o potencial alelopático de c. juncea sobre a comunidade de plantas espontâneas. Teixeira et al. (2004), estudando extratos aquosos de adubos verdes na germinação e índice de velocidade de germinação (IVG) de *Bidens pilosa*, também verificaram reduções de até 35,5% na germinação.

No presente trabalho, o sucesso do consórcio em controlar as ervas espontâneas, muito se deve à leguminosa feijão de porco, uma vez que nos tratamentos a envolvendo de forma solteira, também houve uma eficácia muito grande. Entre as leguminosas usadas

para adubação verde, essa espécie é uma das mais propícias para o cultivo consorciado devido às suas características morfológicas e fisiológicas (PERIN et al., 2007). De acordo com Burle et al. (2006), a eficiência no controle de plantas espontâneas pelo feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) é atribuído principalmente ao seu efeito alelopático. A alelopatia é a produção de determinados compostos por organismos que, quando liberados no ambiente, têm impacto inibidor ou estimulador sobre outros organismos (GLIESSMAN, 2000). Segundo Nakagima, Hiradate e Fujii (2001), feijão de porco inibe o crescimento de plantas próximas devido à exsudação do aleloquímico L-canavanina, que é um aminoácido não proteico encontrado em diversas partes da planta e, devido ao seu rápido crescimento e folhas amplas favorece a rápida cobertura de solo, controlando bem o surgimento de plantas infestantes, principalmente pela competição por água e luz. Esse comportamento no campo é citado por Carvalho & Amabile (2006), que atribuem essa característica ao crescimento acelerado e amplas folhas cotiledonares, que favorecem a rápida cobertura do solo pela espécie.

Favero et al. (2001) avaliaram a taxa de cobertura de cinco leguminosas e verificaram que feijão-de-porco proporcionou cobertura de 51,25%; 83,00% e 81,25% aos 28, 54 e 86 DAE respectivamente, apresentando sinais de início de senescência, com diminuição na biomassa, ressecamento e queda de folhas mais baixas e consequente redução na cobertura do solo, na terceira época de avaliação. Esse comportamento não foi observado no presente estudo, no qual feijão de porco teve crescimento contínuo desde a germinação até a floração, quando foi cortado, sem apresentar sinais de senescência.

Tabela 7 - Nº de parcelas onde a espécie foi encontrada, número de indivíduos, frequência, frequência relativa, densidade, densidade relativa, abundância, abundância relativa e índice de valor de importância de espécies de plantas espontâneas em área de produção agroecológica de café Arábica cv. Catuaí Vermelho, consorciado com plantas de cobertura nas entrelinhas, após 90 dias da semeadura dessas. Cajuri, Zona da Mata de Minas Gerais. 2015/2016. (Continua)

Espécies	NP	NI	FRE	FRER	DEN	DENR	AMB	AMBR	IVI
Tratamento 1 – Feijão de porco									
<i>Cenchrus echinatus</i>	1	2	0,2	9,09	0,20	4,35	2,00	10,35	33,51
<i>Ageratum conyzoides</i>	3	29	0,6	27,27	2,90	63,04	9,67	50,03	122,37
<i>Commelina benghalensis</i>	3	8	0,6	27,27	0,80	17,39	2,67	13,80	59,77
<i>Acanthospermum hispidium</i>	2	4	0,4	18,18	0,40	8,70	2,00	10,35	51,70
<i>Ipomoea nil</i>	1	2	0,2	9,09	0,20	4,35	2,00	10,35	14,73
<i>Blainvillea rhomboidea</i>	1	1	0,1	9,09	0,10	2,17	1,00	5,18	17,96
Total	-	46	2,1	100,00	4,60	100,00	19,33	100,07	300,04
Tratamento 2 – Crotalária juncea									
<i>Digitaria sanguinalis</i>	5	84	1	10	8,40	17,68	16,80	15,07	44,04
<i>Cenchrus echinatus</i>	4	43	0,8	8	4,30	9,05	10,75	9,64	31,54
<i>Ageratum conyzoides</i>	5	193	1	10	19,30	40,63	38,60	34,62	59,11
<i>Commelina benghalensis</i>	4	32	0,8	8	3,20	6,74	8,00	7,17	27,49
<i>Acanthospermum hispidium</i>	5	32	1	10	3,20	6,74	6,40	5,74	25,97
<i>Marsypianthes chamaedrys</i>	5	25	1	10	2,50	5,26	3,60	3,23	18,27
<i>Emilia fosbergii</i>	5	18	1	10	1,80	3,79	2,60	2,33	15,59
<i>Brachiaria plantaginea</i>	1	3	0,2	2	0,30	0,63	3,00	2,69	12,07
<i>Ischaemum rugosum</i>	1	2	0,2	2	0,20	0,42	2,00	1,79	7,15
<i>Eleusine indica</i>	4	13	0,8	8	1,30	2,74	3,25	2,91	12,65
<i>Bidens pilosa</i>	2	3	0,4	4	0,30	0,63	1,50	1,35	5,49
<i>Chamaesyce hirta</i>	1	5	0,2	2	0,50	1,05	5,00	4,48	3,22

Tabela 7. Continuação

<i>Ipomea nil</i>	5	13	1	10	1,30	2,74	5,00	4,48	24,06
<i>Blainvillea rhomboidea</i>	2	8	0,4	4	0,80	1,68	4,00	3,59	10,70
Não identificada	1	1	0,2	2	0,10	0,21	1,00	0,90	2,65
Total	-	475	10	100,00	47,50	100,00	111,50	100,00	300,01
Tratamento 3 – Consórcio crotalária juncea + feijão de porco									
<i>Cenchrus echinatus</i>	1	2	0,2	8,33	0,20	5,13	2,00	5,71	16,92
<i>Ageratum conyzoides</i>	1	12	0,2	8,33	1,20	30,77	12,00	34,29	42,67
<i>Commelina benghalensis</i>	3	6	0,6	25,00	0,60	15,38	2,00	5,71	79,85
<i>Marsypianthes chamaedrys</i>	1	9	0,2	8,33	0,90	23,08	2,00	5,71	41,22
<i>Ipomea nil</i>	1	4	0,2	8,33	0,40	10,26	4,00	11,43	28,40
<i>Brachiaria plantaginea</i>	1	1	0,2	8,33	0,10	2,56	1,00	2,86	34,87
<i>Ischaemum rugosum</i>	1	1	0,2	8,33	0,10	2,56	1,00	2,86	15,13
<i>Bidens pilosa</i>	1	1	0,2	8,33	0,10	2,56	1,00	2,86	14,02
<i>Acanthospermum hispidium</i>	1	2	0,2	8,33	0,20	5,13	9,00	25,71	14,69
<i>Sonchus olearaceus</i>	1	1	0,2	8,33	0,10	2,56	1,00	2,86	12,24
Total	-	39	2,4	100,00	3,90	100,00	35,00	100,00	300,01
Tratamento 4 – Testemunha (Pousio)									
<i>Digitaria sanguinalis</i>	5	190	1	8,93	19,00	22,97	38,00	16,52	41,31
<i>Cenchrus echinatus</i>	5	32	1	8,93	3,20	3,87	6,40	2,78	16,58
<i>Ageratum conyzoides</i>	5	312	1	8,93	31,20	37,73	62,40	27,13	64,91
<i>Richardia brasiliensis</i>	4	40	0,8	7,14	4,00	4,84	10,00	4,35	17,13
<i>Jaegeria hirta</i>	3	17	0,6	5,36	1,70	2,06	38,00	16,52	11,74
<i>Commelina benghalensis</i>	4	48	0,8	7,14	4,80	5,80	12,00	5,22	28,66
<i>Acanthospermum hispidium</i>	5	46	1	8,93	4,60	5,56	9,20	4,00	40,13
<i>Emilia fosbergii</i>	5	40	1	8,93	4,00	4,84	8,00	3,48	16,79
<i>Ipomea nil</i>	5	15	1	8,93	1,50	1,81	3,00	1,30	16,56
<i>Brachiaria plantaginea</i>	2	13	0,4	3,57	1,30	1,57	6,50	2,83	13,84
<i>Ischaemum rugosum</i>	1	3	0,2	1,79	0,30	0,36	3,00	1,30	3,06
<i>Amaranthus deflexus</i>	1	2	0,2	1,79	0,20	0,24	2,00	0,87	2,18
<i>Eleusine indica</i>	3	24	0,6	5,36	2,40	2,90	8,00	3,48	10,14
<i>Euphorbia heterophylla</i>	1	1	0,2	1,79	0,10	0,12	1,00	0,43	2,06
<i>Malvastrum coromandelianum</i>	1	1	0,2	1,79	0,10	0,12	1,00	0,43	2,03
<i>Bidens pilosa</i>	2	8	0,4	3,57	0,80	0,97	4,00	1,74	5,27
<i>Chamaesyce hirta</i>	2	15	0,4	3,57	1,50	1,81	7,50	3,26	5,65
<i>Leonurus sibiricus</i>	2	20	0,4	3,57	2,00	2,42	10,00	4,35	7,59
Total	-	827	11,2	100,00	82,70	100,00	230,00	100,00	300,00

NP= número de parcelas, NI= número de indivíduos, FRE= frequência, FRER= frequência relativa, DEN= densidade, DENR= densidade relativa, ABU= abundância, ABUR= abundância relativa e IVI= índice de valor de importância.

Os tratamentos apresentaram variação quanto à composição florística, com maior diversidade de espécies encontradas nos tratamentos formados pelo pousio e crotalária juncea solteira. O tratamento que apresentou maior número total de indivíduos foi o pousio com 783, com destaque para o mentrasto (*Ageratum conyzoides*), enquanto o consórcio crotalária juncea + feijão de porco obteve o menor número total com 39 indivíduos. Das 21 espécies de plantas espontâneas encontradas na área experimental, apenas 6 estiveram presentes no tratamento feijão de porco solteiro, tendo controlado 71,42% das espécies invasoras.

Com relação à frequência relativa (FRER) das principais espécies encontradas na área, na maioria dos tratamentos há uma equivalência nos valores de frequência relativa das espécies, entretanto, para o tratamento com feijão de porco, a trapoeraba (*Commelina benghalensis*) e o mentrasto (*Ageratum conyzoides*) foram mais frequentes, ambas com 27,27%. Frequência se refere à homogeneidade de presença, ou seja, a distribuição espacial das espécies na comunidade de plantas espontâneas. Nesse experimento, as espécies de maior índice de valor de importância, trapoeraba (*Commelina benghalensis*) e o mentrasto (*Ageratum conyzoides*), foram muito frequentes e ocorreram em praticamente toda a área experimental, porém não houve a frequência do capim colchão (*Digitaria sanguinalis*) no tratamento com feijão de porco solteiro, assim como no consórcio, apesar de estarem entre as espécies mais importantes. Para os tratamentos com pousio e crotalária juncea solteira, as espécies carrapicho de carneiro (*Acanthospermum hispidum*), mentrasto (*Ageratum conyzoides*) e capim colchão (*Digitaria sanguinalis*) tiveram uma equivalência nos valores de frequência relativa. A trapoeraba (*Commelina benghalensis*) se destacou no tratamento consórcio, apresentando a maior frequência relativa (25%).

Quanto à densidade relativa (DENR), o mentrasto (*Ageratum conyzoides*) foi o que obteve maiores valores em todos os tratamentos, principalmente no tratamento envolvendo o feijão de porco solteiro com 63,04%, onde apresentava grandes quantidades de indivíduos em fase inicial de desenvolvimento vegetativo, porém eram poucas unidades que conseguiam atingir a fase adulta devido ao abafamento imposto pelo feijão de porco. O carrapicho de carneiro (*Acanthospermum hispidum*) apresentou valores bem próximos em todos os tratamentos. Apesar de estar entre as principais espécies de plantas espontâneas, não houve registro de densidade relativa do capim colchão (*Digitaria sanguinalis*) nos tratamentos envolvendo feijão de porco solteiro e consórcio.

A espécie de planta espontânea com maior abundância relativa (AMBR) foi o mentrasto (*Ageratum conyzoides*), apresentando maior número de indivíduos por área amostral, seguida do carrapicho de carneiro (*Acanthospermum hispidum*) que também se destacou no tratamento consórcio.

O mentrasto (*Ageratum conyzoides*) também foi a espécie que apresentou maior índice de valor de importância (IVI) entre os tratamentos pousio, crotalária solteira e feijão de porco solteiro, onde os maiores valores foram observados naqueles com feijão de porco (122,37). Já para o consórcio, o maior IVI foi adquirida pela trapoeraba (*Commelina benghalensis*) com 79,85. A espécie mais importante em termos de IVI é aquela que apresenta o maior sucesso em explorar os recursos do seu habitat (MELO, 2004). Entre as principais espécies de plantas espontâneas, não observou-se IVI de capim colchão (*Digitaria sanguinalis*) nos tratamentos de feijão de porco e consórcio, assim como o capim marmelada (*Brachiaria plantaginea*) que não foi observado no tratamento feijão de porco.

O Capim colchão (*Digitaria sanguinalis*), foi presença marcante nos tratamentos envolvendo crotalária juncea solteira e pousio, apresentando valores médios de frequência, densidade, abundância e importância relativa, porém não foi encontrado nenhum indivíduo dessa espécie nos tratamentos envolvendo feijão de porco solteiro e consórcio. Isso demonstra a grande eficácia do feijão de porco no seu controle, que foi de 100%.

A espécie de *Ageratum conyzoides* (mentrasto), pertencente à família Asteraceae, foi, de maneira geral, a mais frequente (ocupou maior percentual de área relativa total), a mais densa (apresentou maior quantidade de indivíduos/m²), a mais abundante (apresentou maior número de indivíduos por área amostral) e predominante na área. Essa espécie é uma planta espontânea originária da América tropical e apresenta grande

adaptação a diversas condições ambientais, infestando aproximadamente 40 culturas em mais de 50 países. No Brasil, pode ser encontrada em todas as regiões, com grande abundância na região Centro-Oeste (Kissmann & Groth, 1999), surgindo em culturas perenes, anuais, hortas e áreas sem cultivo (Lorenzi, 2008). Esses dados são confirmados por Adegas et al. (2010) que, em levantamentos Fitossociológicos realizado na pré-colheita do girassol em seis municípios na região de Cerrado, assim como no presente trabalho, encontraram maior importância relativa para o mesntrasto (*A. conyzoides*) em relação a outras espécies espontâneas.

De acordo com Zanin et al. (1997), a evolução florística da comunidade ocorre de acordo com a intensidade, a regularidade e o tempo de adoção do sistema de plantio. Dependendo da intensidade, essas alterações podem afetar o manejo, o controle e a competição exercida por essa comunidade sobre a cultura (GHERSA et al., 2000, apud SILVA et al., 2005).

5 CONCLUSÃO

Os maiores valores na produção de biomassa seca foram associados aos tratamentos formados pelo consórcio feijão de porco e crotalária juncea.

O pousio produziu a menor quantidade de biomassa seca em comparação aos demais tratamentos;

Os adubos verdes foram aproximadamente de 4 a 11 vezes mais eficientes na acumulação de N em comparação às plantas espontâneas;

As plantas de cobertura alteraram a dinâmica da população de ervas espontâneas, reduzindo significativamente sua infestação na área experimental;

O tratamento formado pelo feijão de porco solteiro foi eficiente no controle de mais de 71% das espécies encontradas na área experimental;

A espécie de *Ageratum conyzoides* (mentrasto), pertencente à família Asteraceae, foi a mais frequente, a mais densa, a mais abundante e a predominante na área, onde todos os tratamentos com plantas de cobertura apresentaram dificuldades em controlá-la.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adubação verde não apenas reduz os gastos do agricultor com fertilizantes, principalmente os nitrogenados, como também protege o solo contra os principais agentes de degradação, incrementam os níveis de matéria orgânica do solo, além de contribuir para o controle de plantas espontâneas. Mas vale salientar que o agricultor deve produzir suas próprias sementes de adubos verdes, já que as mesmas ainda são difíceis de serem encontradas em muitas regiões do país e quando disponíveis no mercado são caras, elevando os custos de produção da cultura principal.

São necessárias mais pesquisas para determinar qual das várias características do adubo verde mais influencia no desenvolvimento do cafeeiro. Cabe ressaltar, ainda, que é de suma importância realizar um balanço econômico, para saber a viabilidade de tal prática, assim como realizar um balanço energético do sistema nesse tipo de prática, para que se determine, com maior clareza, quais serão os benefícios de sua adoção ao agricultor e ao agroecossistema.

O proprietário do sítio onde foi realizada a presente pesquisa, pode observar que é possível economizar com roçadas e capinas ao substituir essas práticas pela adubação verde, uma vez que a lavoura de café recebeu 3 roçadas no mesmo período em que se conduzia o experimento, estando a área experimental ocupada com as plantas de cobertura. Observou também que o solo permaneceu protegido e que houve um grande controle das plantas espontâneas, além de ficar surpreso ao saber que as parcelas envolvendo os adubos verdes acumularam 12% de N a mais nas folhas de café em relação ao pousio, com apenas um plantio de leguminosas.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEGAS, F.S. et al. Levantamento Fitossociológico de plantas daninhas na cultura do girassol. *Planta Daninha*, v. 28, n. 4, p. 705-716, 2010. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582010000400002>>. Acesso em 21 nov. 2016.
- AITA, C. Dinâmica do nitrogênio no solo durante a decomposição de plantas de cobertura: efeito sobre a disponibilidade de nitrogênio para a cultura em sucessão. In: FRIES, M.R.; DALMILIN, R.S.D. (Coord.). **Atualização em recomendação de adubação e calagem**: ênfase em plantio direto. Santa Maria: UFSM; Pallotti, 1997. p.76-111.
- ALCÂNTARA, F.A. et al. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.35, p.277-288, 2000.
- ALMEIDA, F.S.; RODRIGUES, B.N. **Guia de herbicidas**: contribuição para o uso adequado em plantio direto e convencional. Londrina: IAPAR/GTL, 1985. 468p.
- ALTIERI, M. **Agroecologia**: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 4.ed. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2004.
- ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba, RS: Editora Agropecuária, 2002. 592 p.
- ARAÚJO, J.C. et al. Supressão de plantas daninhas por leguminosas anuais em sistema agroecológico na Pré-Amazônia. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, 2007, v.25, n.2, p.267-275.
- ARAUJO, J.B.S. et al. Nitrogen fertilization of coffee: organic compost and *Crotalaria juncea* L. **Revista Ceres**, v. 60, n. 6, p. 842-851, 2013.
- ASSIS, R. L. **Agricultura orgânica e agroecologia**: questões conceituais e processo de conversão. Embrapa Agrobiologia. Documentos, 196, Seropédica, 2005.
- AZAM, F.; MALIK, K.A.; SAJJAD M.I. Transformations in soil and availability to plants of N applied as inorganic fertilizer and legume residues. **Plant and Soil**, v. 86, p.3-13, 1985.
- BALBINOT JR; A.A. Manejo das plantas daninhas pela alelopatia. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.17 p.61-64, 2004.
- BERGO, L. C. et al. **Avaliação de espécies leguminosas na formação de cafezais no segmento da agricultura familiar no Acre**. Manaus: Acta Amazônica, 2006 , v. 36, n. 1, p. 19-24.
- BRANDÃO, M.; BRANDÃO, H.; LACA-BUENDIA, J. P. A mata ciliar do Rio Sapucaí, município de Santa Rita do Sapucaí-MG: Fitossociologia. **Daphne**, v. 8, n. 4, p. 36-48, 1998.

- BRAZ, A.J.B.P. et al. Acumulação de nutrientes em folhas de milho e dos capins braquiária e mombaça. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.34, p.83-87, 2004.
- BRENES, L. Producción orgânica: algunas limitaciones que enfrentan los pequeños productores. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecología**, Turrialba, n. 70, p. 7-18, 2003.
- BURLE, M. L. et al. Caracterização das espécies de adubo verde. In: CARVALHO, A. M.; AMABILE, R. F. **Cerrado: adubação verde**. Planaltina: Embrapa cerrados, 2006. p. 71142.
- CARVALHO, A.M.; AMABILE, R.F. **Plantas condicionadoras de solo: interações edafoclimáticas, uso e manejo**. In: CARVALHO, A.M.; AMABILE, R.F. (Ed.). **Cerrado: adubação verde**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2006. 369p.
- CASTRO, C.M.; ALVES, B.J.R.; ALMEIDA, D.L.; RIBEIRO, R.L.D. Adubação verde como fonte de nitrogênio para a cultura da berinjela em sistema orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, p.779-785, 2004.
- CAVA, M. G. B. et al. Adubos verdes para a renovação de canaviais no sudeste goiano. In: Congresso Internacional de Tecnologia na cadeia produtiva da cana, 2., 2008, Uberaba. Anais... Uberaba: FAZU, 2008. 1 CD-ROM
- CHAVES, J. C. D. **Contribuições adicionais da adubação verde para a lavoura cafeeira**. In: II Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 2001, Vitória. Resumos. Brasília: Embrapa Café 2001, v. 1, p. 164-165.
- CONSTANTIN, J. **Métodos de manejo**. In: OLIVEIRA JR., R. S. O.; CONSTANTIN, J. (Coords.). **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba, RS: Editora Agropecuária, 2001. p. 103-121.
- DAROLT, M. R.; SKORA NETO, F. Sistema de plantio direto em agricultura orgânica. **Revista Plantio Direto**. Passo Fundo, n. 70, p. 28-31, 2002.
- DOURADO, M.C.; SILVA, T.R.B.; BOLONHEZI, A.C. Matéria seca e produção de grãos de *Crotalaria juncea* L. submetida à poda e adubação fosfatada. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 2, p. 287-293, 2001.
- DUARTE JUNIOR, J.B.; COELHO, F.C. Adubos verdes e seus efeitos no rendimento da cana-de-açúcar em sistema de plantio direto, **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 3, p. 723-732, 2008.
- EINHELLIG, F.A. **Plant x plant allelopathy: biosynthesis and mechanism of action**. In: Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, 5., 1995. Lavras, MG: SBFV, p.59-74, 1995.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA –EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1999. 412p.
- EMBRAPA, **Café Consórcio Brasileiro de Pesquisas e desenvolvimento do café**. 2004, 147p.

- ERASMO, E. A. L. et al. Potencial de espécies utilizadas como adubo verde no manejo integrado de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 3, p. 337-342, 2004.
- ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. **Uso de leguminosas herbáceas para adubação verde**. In: AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. (Ed.). **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 435-451.
- FAVERO, C. et al. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.11, p.30-41, 2001.
- FENILLI, T. A. B. et al. The N isotope to evaluate fertilizer nitrogen absorption efficiency by the coffee plant. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.79, n.4, 2007.
- FERREIRA, A. G. **Interferência: competição e alelopatia**. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Ed.). **Germinação do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 252-262.
- FONTANÉTTI, A. et al. Efeito alelopático da adubação verde no controle de tiririca (*Cyperus rotundus* L.). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 1, p.1365-1368, 2007.
- GARRIDO, M.S. et al. Management of crotalaria and pigeon pea for control of yam nematode diseases. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 34, n. 3, p. 222-227, 2008.
- GHERSA, C. M. et al. Advances in weed management strategies. **Field Crops Res.**, v. 67, p. 95-104, 2000.
- GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos de uma agricultura sustentável**. 3ª. Ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2005. 656 p.
- GLIESSMAN, R. S. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2000. 637 p.
- GUIMARAES, P. T. G. et al. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais/CFSEMG, 1999. p. 289-302.
- HARRIS, G.H.; HESTERMAN, O.B. Quantifying the nitrogen contribution from alfafa to soil and two succeeding crops using nitrogen-15. **Agronomy Journal**, v.82, n.1, p.129-134, 1990.
- JACOBI, U.S. & FLECK, N.G., Avaliação do potencial alelopático de genótipos de aveia no final de ciclo. **Planta Daninha**, v.16, n.2, p.187-207, 1998.
- JESUS, E. L. de. Histórico e filosofia da agricultura alternativa. **Proposta**, Rio de Janeiro, v. 27, p. 34-40, 1985.
- JESUS, R.P. et al. Plantas de cobertura de solo e seus efeitos no desenvolvimento da cultura do arroz de terras altas em cultivo orgânico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiania, v. 37, n. 4, p. 214-220, 2007.

KAIZZI, C.K.; SSALI, H., VLEK, P.L.G. Differential use and benefits of Velvet bean (*Mucuna pruriens* var. *utilis*) and N fertilizers in maize production in contrasting agro-ecological zones of E. Uganda. **Agricultural Systems**, v.88, p.44-60, 2006.

KISSMANN, K.G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo - SP: Basf, 1999. v. 2, 978 p.

LANGE, A. et al. Aproveitamento pelo trigo do nitrogênio residual da crotalária (*Crotalaria juncea*) e da uréia aplicado ao solo em cultivo precedente. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 6, p. 1715-1720, 2009.

LIMA, P.C. et al. **Estabelecimento de cafezal orgânico**. Informe Agropecuário, v.23, n. 214/5, Belo Horizonte: EPAMIG, p. 3352, 2002.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. Nova Odessa - SP: Instituto Plantarum, 2008. v. 4, 640 p.

MACIEL, C.D. G.; POLETINE, J.; OLIVEIRA NETO, A. M. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em cafezal orgânico. **Bragantia**, Campinas, v. 69, p. 631-636, 2010.

MAGALHÃES, A. C.; FRANCO, C. M. Toxicidade do Feijão de porco sobre a “Tiririca”. **Bragantia**, v. 21, n. 35, p. 53-58, 1962.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Informe estatístico do café. Brasília: CGFUNCAFÉ, 2012. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/Vegetal/Estatísticas/Café>>. Acesso em: 21 jan. 2017.

MCNEILL, A. M.; ZHU, C.; FILLERY, I.R.P. Use of in situ ¹⁵Nlabelling to estimate the total below-ground nitrogen of pasture legumes in intact soil-plant systems. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 48 p. 295-304, 1997.

MEAD, D. J. Diagnosis of nutrient deficiencies in plantations. In: BOWEN, G. D. e NAMBIAR, E. K. **Nutrition of plantation forests**. London: Academic Press, 1984. p. 259-291.

MELO, M. S. **Florística, fitossociologia e dinâmica de duas florestas secundárias antigas com histórias de uso diferentes no Nordeste do Pará-Brasil**. 2004. 116p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

MESCHEDE, D. K.; FERREIRA, A. B.; RIBEIRO JR., C. C. Avaliação de diferentes coberturas na supressão de plantas daninhas no cerrado. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.25, n. 3: 465-471, 2007.

MONQUEIRO, P. A. et al. Efeito de adubos verdes na supressão de espécies de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 85-95, 2009.

- MORAES, S.R.G. et al. Influência de leguminosas no controle de fitonematoides em cultivo orgânico de alface americana e repolho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 2, p. 188-191, 2006.
- MORANDI, M. A. B. et al. Controle biológico de fungos patogênicos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 30, 251, p. 73-82, 2009.
- MORANDI, M. A. B. **Controle de fitopatógenos na agricultura orgânica**: controle de pragas e doenças na agricultura orgânica. Ed. VENZON, M. J.; PAULA JUNIOR, T. J.; PALLINI, A. Viçosa, MG: U. R. EPAMIG ZM, 232 p. 2010.
- MOURA, W. M. et al. Pesquisas em sistemas agroecológicos e orgânicos da cafeicultura familiar da Zona da Mata Mineira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, p. 46-75, 2005.
- NOGUEIRA, A. R. A.; SOUZA, G. B. **Manual de laboratórios**: Solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. 313 p.
- OLIVEIRA, A. R.; FREITAS, S. P. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de produção de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 26, p. 33-46, 2008.
- OLIVEIRA, T.K.; CARVALHO, G.J.; MORAES, R.N.S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, p.1079-1087, 2002.
- PALMA NETO, H. et al. Efeito da adubação verde e adubação nitrogenada de cobertura sobre o crescimento e nutrição do cafeeiro. In: V Simpósio de Pesquisas de Cafés do Brasil, 2007, Águas de Lindoia SP. **Resumos...** Brasília, DF: CBP&D-Café/ Embrapa Café, 2007. 1 CD-Rom.
- PAULA JUNIOR, T. J. et al. Comercialização de produtos biológicos para o controle doenças de plantas e pragas no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo horizonte, v. 30, 251, p. 73-82, 2009.
- PAULO, E.M. et al. Produtividade do café Apotã em consórcio com leguminosas na região da alta paulista. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n.3, p.195-199. 2001.
- PAULO, E. M. et al. Produtividade do cafeeiro Mundo Novo enxertado e submetido à adubação verde antes e após recepa da lavoura. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n.1, p.115-120. 2006.
- PEREIRA, A. J. **Caracterização agrônômica de espécies de *Crotalaria* L. em diferentes condições edafoclimáticas e contribuição da adubação verde com *C. juncea* no cultivo orgânico de brássicas em sistema de plantio direto**. 2007. 72p. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ.
- PERIN, A. et al. Desempenho agrônômico de milho consorciado com feijão-de-porco em duas épocas de cultivo no sistema orgânico de produção. **Revista Ciência Agrotec**, v. 31, n. 3, p. 903-908, maio/jun., 2007.

PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A.C.; ARMELIN, M.J.A. Qualidade mineral e degradabilidade potencial de adubos verdes conduzidos sobre Latossolos, na região tropical de São Carlos, SP, Brasil. **Revista de Agricultura**, v.77, p.89-102, 2002.

PUTNAM, A.R. **Allelopathy**; a break in weed control? *American Fruit Grower*, v.103, n.6, p.10. 1983

REZENDE, P.M. et al. Consórcio soja-café. I Comportamento de cultivares e do número de linhas de soja [*Glicine Max* (L). Merrill] sobre o cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em sistema de consórcio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.1, p.37-45. 2000

RICCI, M.S. et al. **Influência da adubação verde sobre p crescimento, estado nutricional e produtividade do café (*Coffea arabica*) cultivado no sistema orgânico**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2002. 29p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 153).

RICCI, M.S.F.; AGUIAR, L.A. Influência da adubação verde sobre o crescimento, produtividade e teor de nitrogênio no tecido foliar do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sob manejo orgânico III Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 2004. **Resumos...** 1 CD-Rom.

RICCI, M.S.F.; ALVES, B.J.R.; MIRANDA, S.C.; OLIVEIRA, F.F. Growth rate and nutritional status of an organic coffee cropping system. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.62, n.2, p.138-144. 2005.

RICE, E.L., **Allelopathy**. New York, EUA: Academic Press, 1984. 422p.

RIZVI, S.J.H. et al. A discipline called allelopathy. In: S.J.H. Rizvi, & V. Rizvi (eds.). **Allelopathy: Basic and applied aspects**. Chapman & Hall Publishers. p.1-8. 1992.

RIZZARDI, M. A. et al. Competição por recursos do solo entre ervas daninhas e culturas. **Ciência Rural**, v. 31 n. 4. Santa Maria July/Aug. 2001.

RODRIGUES, L.R.A.; RODRIGUES, T.J.D.; REIS, R.A. **Alelopatia em plantas forrageiras**. Jaboticabal: FUNEP, 18p.,1992.

ROSOLEM, C.A.; CALONEGO, J.C.; FOLONI, J.S.S. Lixiviação de potássio da palha de espécies de cobertura de solo de acordo com a quantidade de chuva aplicada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.355-362, 2003.

SALTON, J.C.; PITOL, C.; ERBES, E. **Cultivo de primavera**: alternativa para produção de palha em Mato Grosso do Sul. Maracaju: Fundação MS para Pesquisa e Difusão de Tecnologias Agropecuárias, 1993. 6 p. (Informativo Técnico, 1).

SANTOS, S. et al. Allelopathic potential and systematic evaluation of secondary compounds in extracts from roots of *Canavalia ensiformis* by capillary electrophoresis. **Eclética Química**, São Paulo, v.32, n.4, p. 13-18, 2007.

SANTOS, L. D. T. et al. Levantamento fitossociológico em pastagens degradadas sob condições de várzea. **Planta Daninha**, Viçosa MG, v.22, n.3, 343-349, 2004.

- SCIVITTARO, W.B. et al. Utilização de nitrogênio de adubos verde e mineral pelo milho. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa MG, v. 24, n. 4, p. 917-926, 2000.
- SEVERINO, F. J.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Banco de sementes de plantas daninhas em solo cultivado com adubos verdes. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 3, p. 201- 204, 2001.
- SILVA, E. C. et al. Aproveitamento do nitrogênio (¹⁵N) da crotalaria e do milho pelo milho sob plantio direto em Latossolo Vermelho de Cerrado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.3, p.739-746, 2006.
- SILVA, E.C. et al. Aproveitamento de nitrogênio pelo milho, em razão da adubação verde, nitrogenada e fosfatada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 2, p. 118-127, 2009.
- SILVA, A. A. da et al. Aspectos Fitossociológicos da comunidade de plantas daninhas na cultura do feijão sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Planta Daninha**, Viçosa MG, v. 23, n. 01, p. 17-24, 2005.
- SKORA NETO, F. Manejo de plantas daninhas. In: INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Plantio direto: pequena propriedade sustentável**. Ponta Grossa: Circular, 101, 1998. p. 127-157.
- SODRÉ F. J. et al. Fitomassa e cobertura do solo de culturas de sucessão ao milho na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 4, p. 327-334, 2004.
- SOUZA, J. L de & RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. Aprenda Fácil, Viçosa, 2003, 564p.
- SOUZA F. A.P. da S.; ALVES, S. de M. **Alelopatia em ecossistema de pastagem cultivada**. Belém: Embrapa - CPATU (Documentos nº 109),1998. 72p.
- TEIXEIRA, C.M.; CARVALHO, G.J. de; FURTIN, A.E. Biomass production and macronutrients quantity of millet, jack bean, guandu single and in intercropping. **Ciênc. Agrotec**, Lavras MG, v.29, n.1, p.93-99, 2005
- THEODORO, V. C. A. et al. Alterações químicas em solo submetido a diferentes formas de manejo do cafeeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. n.27; p.1039-1047. 2007
- TOLEDO, D.S.; SANTOS, I.C. Assimilação de nutrientes e desenvolvimento de cafezal orgânico em função do manejo da cobertura do solo. In: IV Simpósio de pesquisa dos cafés do Brasil, 2005, Londrina. **Anais...** Brasília: EMBRAPA CAFÉ. 2005. 1 CD-ROM.
- UDEDIBIE, A.B.I.; CARLINI, C.R. Questions and answers to edibility problem of the *Canavalia ensiformis* seeds – A review. **Animal Feed Science and Technology**, v. 74, p. 95-106, 1998.
- VIDAL, R.A.; TREZZI, M.M.. **Potencial da utilização de coberturas vegetais de sorgo e milho na supressão de plantas daninhas em condição de campo: I - plantas em desenvolvimento vegetativo**, Viçosa MG, vol.22, n.2, pp. 217-223. 2004.

WANG, K.H.; SIPES, B.S.; SCHMITT, D.P. Crotalaria as a cover crop for nematode management: a review. **Nematropica**, v. 32, n. 1, p. 35-57, 2002.

WENDER, S.H. Effects of some environmental stress factor on certain phenolic compounds in tabaco. **Recent Advances Phytochemistry**, New York, v.3, p.1-29, 1970.

WILDNER, L.P. Utilização de espécies de verão para adubação verde, cobertura e recuperação do solo em Santa Catarina. In: ENCONTRO NACIONAL DE ROTAÇÃO DE CULTURAS, 2. Campo Mourão, 1992. **Anais**. Campo Mourão: AEACM, 1992. p. 144-160.

ZANIN, G. et al. Ecological interpretation of weed flora dynamics under different tillage systems. **Agric. Ecosy. Environ.**, v. 66, p. 177-188, 1997.