

RENATA LÚCIA SOUTO

**O USO DE LEGUMINOSAS E PLANTAS ESPONTÂNEAS
EM SISTEMAS AGROECOLÓGICOS DE PRODUÇÃO DE
CAFÉ**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Curso de Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de "Magister Scientiae".

**VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL**

Livros Grátis

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

Milhares de livros grátis para download.

RESUMO

A agricultura familiar é predominante na Zona da Mata de Minas Gerais, e a utilização das terras se dá principalmente através da pastagem e do café, quase sempre consorciados com culturas de subsistência. A disponibilidade de nutrientes em sistemas agroecológicos é um dos fatores mais limitantes para a produção, principalmente em se tratando de áreas declivosas cujo solo em geral tem menor fertilidade natural, como é o caso da Zona da Mata de Minas Gerais. A manutenção da ciclagem de nutrientes nestes ambientes se faz necessária, tanto do ponto de vista nutricional para a cultura em questão, em especial o café, como para fins de recuperação e conservação ambientais, como redução da erosão e incremento da biodiversidade. Dentro de uma proposta agroecológica de geração de renda e qualidade de vida, torna-se imprescindível o uso de práticas que valorizem o conhecimento local e a preservação da diversidade de espécies nas propriedades, dentre elas a vegetação espontânea. Este trabalho teve como objetivos identificar o uso e manejo das espécies espontâneas pelos agricultores familiares da Zona da Mata de Minas Gerais, em sistemas de produção agroecológica, com enfoque nas áreas de cultivo de café; investigar a produção de biomassa, a velocidade de decomposição e a composição química e bioquímica das leguminosas *Crotalaria spectabilis*, *Lablab purpureus*, *Cajanus cajan* e de um conjunto de plantas espontâneas, em dois municípios com diferentes condições edafoclimáticas (Araponga e Pedra Dourada) e; aprofundar a dinâmica de mineralização de C e N das leguminosas *Crotalaria spectabilis*, *Lablab purpureus*, *Cajanus cajan* e de um conjunto de plantas espontâneas, e as relações com a taxa de decomposição e qualidade destes materiais vegetais nos dois municípios. Para isto agricultores foram entrevistados e suas propriedades foram visitadas. Informações foram também coletadas durante encontros com os agricultores. Dezesesseis espécies de plantas espontâneas apareceram como as mais comuns na lavoura de café. Quinze são utilizadas como cobertura do solo, duas como medicinal, três como alimento humano e uma como melífera. Uma única espécie pode ter mais de uma utilização pelo agricultor. Em relação às condições de fertilidade do solo, três são encontradas em solos com alta fertilidade, nove em fertilidade média, e quatro em fertilidade baixa. No que diz respeito à importância na nutrição do café, cinco têm muita importância, quatro têm importância média, e sete têm pouca importância. Das seis espécies que os agricultores deixam crescer nas áreas de cultivo, cinco delas têm importância para a nutrição do café, levando a crer que estas plantas cumprem um papel importante na ciclagem de nutrientes. *L. purpureus* apresentou menor produção de matéria seca (1,82 kg/ha) em Araponga, local com maior altitude, e os outros adubos não diferiram entre si e foram superiores a *L. purpureus*. Já em Pedra Dourada, todos os valores foram semelhantes. Em relação à composição química, os valores mais altos de N, em kg/ha, foram para *C. cajan*, que foi superior a *L. purpureus*, *C. spectabilis* e espontâneas. Os valores de P, K, Ca e Mg não diferiram entre todos os adubos verdes. *C. spectabilis* apresentou maior teor de nutrientes e *L. purpureus*, menor. Quanto à facilidade de decomposição, todas as leguminosas apresentaram-se com tendências semelhantes, à exceção de *L. purpureus* em Araponga, que se decompôs mais facilmente. Este material, por sua vez, possui relação PP/N maior, com o favorecimento, então, da decomposição em curto prazo. Podemos concluir que as plantas espontâneas apresentaram-se com resultados semelhantes às leguminosas para composição química. Em geral, as taxas de decomposição foram maiores em menor altitude e em adubos com relação C/N, LG/PP, PP/N e (LG+PP)/N menores. Os maiores teores de C-CO₂ acumulados foram encontrados para *C.*

cajan, e os menores para as espontâneas, este último podendo estar associado à maiores taxas de hemicelulose destas espécies. Os valores totais de C-CO₂ foram maiores numa maior altitude. Em relação à dinâmica de N, houve predomínio de mineralização de N. Os maiores valores de N total mineralizado foram encontrados para *C. cajan*, em ambas localidades, e os menores valores para espontâneas. Os valores em geral foram maiores em Pedra Dourada que em Araponga, diferença esta que pode ser atribuída às diferenças edafoclimáticas. O comportamento das espontâneas foi distinto das leguminosas, mas de relevância em médio prazo, num sistema agroecológico que valorize a diversidade e o incremento da ciclagem de nutrientes. Pode-se concluir que o agricultor utiliza e maneja as espécies espontâneas com o fim de proteção do solo, ciclagem de nutrientes, alimento ou medicinal. Além disso, essas plantas podem ser boas indicadoras de qualidade do solo. É necessário valorizar e reconhecer o uso das plantas espontâneas e estudá-las, como alternativas para uma agricultura mais sustentável. É importante que haja interação de diferentes adubos verdes, combinando velocidade de decomposição às necessidades da cultura principal e aos objetivos do agricultor. Conclui-se também que a mineralização de C é influenciada pela relação lignina/polifenóis, e a mineralização de N pelo teor de polifenóis e pelas relações C/N, LG/N, PP/N e (LG+PP)/N.

ABSTRACT

INTRODUÇÃO GERAL

A Zona da Mata de Minas Gerais, região onde se desenvolveu o trabalho aqui apresentado, localiza-se à sudeste do estado, no Bioma da Mata Atlântica (Figura 1), onde a agricultura familiar é dominante. Os agricultores familiares utilizam suas terras principalmente com pastagem e café, quase sempre consorciado com cultura de subsistência como milho, feijão, mandioca e outros (GOMES, 1986). Os ambientes são de difícil manejo, sendo comuns declividades acentuadas (20 a 45 % de declividade) e solos com fertilidade natural baixa.



Figura 1 - Localização da Zona da Mata e municípios de atuação do Centro de Tecnologias Alternativas da Zona da Mata (CTA/ZM) . Fonte: CTA/ZM.

A Zona da Mata possui altitude que varia de 200 a 1800 m, podendo ser dividida em três regiões características, sendo a região 1 de 200 a 600 m, com temperaturas médias

variando entre 18 e 30°C ; a região 2 de 600 a 1200 m, com temperaturas médias entre 17 e 25°C, e a região 3 de 1200 a 1800 m, com temperaturas médias entre 13 e 21°C (GOLFARI, 1975).

Nesta região, assim como no resto do Brasil, a descapitalização dos agricultores é comum, e tem origem principalmente na variação dos preços pagos pelo café e na introdução de tecnologias que visavam assegurar altas produtividades baseadas na utilização de grande quantidade de insumos externos principalmente a partir da Revolução Verde (CTA/ZM, 2002) Tais tecnologias causaram problemas ambientais e sociais como perda de biodiversidade, poluição por agrotóxicos, perda da qualidade da água, erosão do solo, desmatamento e enfraquecimento da economia familiar. Hoje, a maioria dos agroecossistemas da região apresenta baixa produtividade, com práticas agrícolas não adaptadas às suas características ambientais (FERRARI, 1996).

Para buscar alternativas ao modelo da revolução verde, em 1988, foi fundado o Centro de Tecnologias Alternativas da Zona da Mata (CTA/ZM), uma organização não governamental (ONG), que atua na região (Figura 1) em conjunto com as organizações dos agricultores como associações e sindicatos de trabalhadores rurais (STRs), em parcerias com organizações governamentais como a Universidade Federal de Viçosa (UFV) e a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG). Uma das bases científicas de atuação do CTA/ZM é a agroecologia, campo do conhecimento que promove o manejo ecológico dos recursos naturais, através de formas da ação social coletiva, a valorização do conhecimento local e o uso de práticas que potencializam a biodiversidade e os processos biológicos (ALTIERI, 2004; GÚZMAN, 2002).

Na agroecologia, o resgate de práticas tradicionais de convivência mais harmônica com o meio ambiente e que dê melhores condições de vida aos agricultores é imprescindível, juntamente com as descobertas e redescobertas de novas práticas agrícolas. Neste cenário, em 1993, o CTA/ZM e o STR de Araponga em parceria com o Departamento de Solos (DPS) da UFV, realizaram um DRP – Diagnóstico Rural Participativo piloto, durante o qual os agricultores apontaram o enfraquecimento do solo como um dos principais problemas do município. Com uma forte integração entre os agentes envolvidos, formaram-se algumas comissões, compostas por membros das comunidades sensibilizadas, e do CTA/ZM e UFV, dentre elas a comissão denominada

“Terra Forte”, comissão esta que objetivava encaminhar as questões referentes ao manejo e recuperação dos solos. Várias propostas preconizadas pela agroecologia foram discutidas para superar tal problema, entre elas o uso de adubação verde e o manejo de plantas espontâneas (CARDOSO et al., 2001; CTA/ZM, 2002). Tais propostas foram, em maior ou menor escala, implantadas em outros municípios de atuação do CTA/ZM, para além de Araponga, como por exemplo no município de Pedra Dourada .

Visando agregar renda ao café, recentemente o CTA/ZM elaborou em conjunto com os sindicatos locais o Plano Estratégico do Café, que hoje se encontra em execução. Um dos objetivos iniciais deste plano foi a transformação de café agroecológico em café orgânico agroecológico. O café agroecológico tem como principal característica a utilização de alternativas para a minimização do uso de insumos externos (incluindo adubos químicos e agrotóxicos) com base no conhecimento do agricultor e sua conjuntura local. O café orgânico agroecológico utiliza-se dos mesmos princípios do café agroecológico, porém atende, em princípio, às premissas da certificação orgânica em âmbito nacional e ou internacional. Entretanto, a maioria dos agricultores e instituições parceiras busca um café de qualidade, ambientalmente sustentável e que possa ser comercializado de maneira mais justa, sem necessariamente atender-se os quesitos da certificação orgânica atual, que necessita geralmente de grande quantidade de insumos orgânicos industrializados ou não, e de selos em muitos casos não acessíveis economicamente à maiorias pequenos agricultores.

A disponibilidade de nutrientes para as plantas é uma das principais dificuldades no cultivo orgânico de café pelos agricultores familiares da região. Em geral, necessita-se de grandes aportes de adubos orgânicos (esterco ou composto) para suprir as exigências nutricionais da lavoura, localizadas em ambientes de baixa fertilidade natural. Estes adubos orgânicos nem sempre estão disponíveis nas propriedades na quantidade necessária. Dentro do princípio agroecológico de autonomia, onde os insumos utilizados devem ser provenientes da propriedade ou o mais próximo possível dela (ALTIERI, 2002), o uso de adubos verdes tem sido apontado como uma prática para aumentar a ciclagem de nutrientes nos agroecossistemas.

Pode-se conceituar adubação verde como a utilização de plantas em rotação, sucessão ou consorciação com as culturas, incorporando-as ao solo ou deixando-as na

superfície, visando-se à proteção, bem como a manutenção e melhoria das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (CALEGARI *et al.*, 1992). Dentre os adubos verdes, podemos destacar as leguminosas plantadas (neste trabalho referidas apenas como leguminosas) e as espécies vegetais que emergem em uma determinada área sem que tenha havido introdução voluntária destas pelo ser humano, denominadas como plantas espontâneas (FAVERO, 1998).

As leguminosas têm exercido um papel importante como adubação verde nas formas de cultivo mais sustentáveis. A principal razão é a fixação do nitrogênio atmosférico por meio de bactérias do gênero *Rhizobium*, que vivem em simbiose ou associação com suas raízes. Além disso, produzem grande quantidade de massa, servindo como planta de cobertura de solo e podem ter sistema radicular bem mais ramificado e profundo, capaz de extrair nutrientes que se encontram em camadas mais profundas do solo, os quais serão disponibilizados após a sua decomposição e incorporação ao solo

Os efeitos promovidos pelas leguminosas na ciclagem de nutrientes são bastante variáveis, dependendo de fatores como a espécie utilizada, o manejo dado à biomassa, a época de plantio e corte do adubo verde, o tempo de permanência dos resíduos no solo, as condições locais, e a interação entre esses fatores (ALCÂNTARA, 2000).

Dentre as espécies utilizadas pelos agricultores envolvidos com o trabalho do CTA/ZM encontram-se *Calopogonium mucunoides* Desv. (calopogônio), *Crotalaria spectabilis* Roth. (crotalária), *Cajanus cajan* (L.) Mill sp. (guandu), *Lablab purpureus* (L.) Sweet (labe-labe), *Mucuna pruriens* var. *utilis* (Wight) Burck (mucuna preta).

Observando o papel da planta espontânea no agroecossistema, ela promove, em proporções diferenciadas, os efeitos similares das leguminosas introduzidas, quais sejam cobertura do solo, produção de biomassa e ciclagem de nutrientes. Entretanto, tais espécies em áreas de cultivo agrícola têm sido, em sua grande maioria, tratadas como “plantas daninhas” ou “ervas invasoras”, sempre sob o ponto de vista dos prejuízos que podem trazer à espécie principal, por competir com esta por nutrientes, água, luz e ar (FAVERO, 1998).

A falta de limpeza, ou não retirada dessas plantas da área de cultivo, é, muitas vezes, associada à uma agricultura sem recursos ou como resultado de manejo inadequado por parte do agricultor. Porém elas podem ter um papel sociobiológico e uma relação

estreita com as plantas cultivadas. A eliminação das espécies espontâneas de um agroecossistema não é recomendada quando consideramos um sistema agrícola sustentável (FRIEBEN, 1998). A diversidade de espécies espontâneas é um importante fator para a estabilidade e preservação de funções no ecossistema, incluindo a ciclagem de nutrientes, preservação do solo, preservação da fauna e dos microrganismos (SIEMANN, 1998; HILLOCKS, 1998; KORICHEVA *et al*, 2000; GARRETT *et al*, 2001). Tais espécies devem ser manejadas visando uma proteção integrada dos sistemas de cultivo apropriada para o agricultor, aumentando assim a produtividade, sem a degradação do ambiente e diminuição da biodiversidade, levando a manutenção da biomassa a um nível satisfatório e necessário (MIYAZAWA, 2004; HILLOCKS, 1998).

As espécies espontâneas, ao funcionarem como adubo verde, diminuem a necessidade de introdução de outras espécies, como no caso das leguminosas. O plantio de leguminosas pode representar, em relação às espécies espontâneas, aumento da mão-de-obra, em especial em terrenos declivosos como os encontrados na região da Zona da Mata. Porém o manejo de determinadas espécies espontâneas pode ser mais difícil do que algumas espécies de leguminosas (FAVERO, 2001). Sendo assim, uma associação das duas práticas (manejo das espécies espontâneas e de leguminosas) pode ser importante para uma maior sustentabilidade da propriedade.

O benefício dos adubos verde sejam eles leguminosas ou vegetação espontânea, no que se refere à ciclagem de nutrientes, depende da decomposição e liberação de nutrientes e do sincronismo com a demanda de nutrientes pela planta cultivada (COBO, 2002). As taxas de decomposição e liberação de nutrientes são influenciadas principalmente pela qualidade do material vegetal, isto é, pela sua origem e composição. Não há, contudo, um índice único que possa caracterizar a qualidade do resíduo vegetal. Vários trabalhos concluem diferentemente quanto à conveniência de certas características em prever taxas de decomposição dos resíduos e seus efeitos na disponibilidade de N no solo (MENDONÇA & STOTT, 2003; PALM & SANCHEZ, 1991, HADAS *et al.*, 2004).

No processo de decomposição do material vegetal, para ocorrer assimilação de C pelos microrganismos, o N tem que ser assimilado. Este fato depende da relação C:N do resíduo orgânico e da biomassa microbiana. Se a quantidade de N presente no resíduo orgânico em decomposição é maior que a requerida pela biomassa microbiana, a

mineralização de N será realizada, com a liberação de N inorgânico. Se, por outro lado, a quantidade de N presente no resíduo é menor que a requerida pela biomassa microbiana, o N inorgânico será imobilizado a N orgânico pelos microrganismos para sua biossíntese (CORBEELS et al., 1999; CABRERA et al., 2005).

A disponibilidade de nutrientes no solo, como o nitrogênio, depende então do balanço líquido entre os processos de mineralização e imobilização, que pode variar com o tempo e, principalmente, com a natureza do resíduo orgânico em decomposição, além de depender da atividade microbiana do solo (MONTEIRO et al., 2002). Esta última é controlada principalmente pelo teor de C orgânico solúvel no solo. Se os resíduos vegetais possuem baixos teores de carbono orgânico solúvel, haverá uma menor restituição de nutrientes para o ambiente, e, conseqüentemente, menor atividade microbiana (MARSTORP, 1996). Em muitos casos, as espécies vegetais que são cultivadas em solos de baixa fertilidade produzem resíduos vegetais, que são mais difíceis de serem decompostos que resíduos vegetais com origem em solos mais férteis, isto porque eles geralmente tem alta relação C:N, e altas concentrações de compostos resistentes a decomposição (FIELD et al., 1992), como, por exemplo, de polifenóis e lignina. A presença destes compostos nos resíduos vegetais possuem efeito direto na taxa de mineralização de N (CONSTANTINIDES & FOWNES, 1994; VIGIL & KISSEL, 1991).

A liberação de N no solo pelos resíduos vegetais tem sido estudada sob diferentes abordagens (VIGIL & KISSEL, 1991), entre elas: a) critério qualidade, a partir da determinação dos teores de N total lignina, celulose, hemicelulose, polifenóis, C e N mineralizado depois da incorporação dos resíduos, e pelas taxas construídas a partir destes compostos, contudo, esse critério é muito influenciado pelas condições experimentais (tempo de incubação, temperatura, etc. e ; b) indução da decomposição dos resíduos no solo. A taxa de decomposição pode ser deduzida pela relação C:N e ou pela porcentagem de lignina e celulose nos tecidos vegetais. Os resíduos vegetais com altos teores de lignina e polifenóis ativos apresentam decomposição e liberação de nutrientes muito lenta, e pouca quantidade do nitrogênio, que se torna então pouco disponível para as plantas, mas os resíduos permanecem no solo e contribuem para a manutenção da matéria orgânica. Ao contrário, materiais vegetais com baixos teores de lignina e polifenóis, em geral, decompõem mais rápido e promovem a liberação de uma maior quantidade de nitrogênio,

aspecto este importante principalmente nos estádios iniciais de crescimento da cultura, apesar de pouco contribuírem para a manutenção da matéria orgânica no solo (MONTEIRO *et al.*, 2002).

O papel dos polifenóis nos processos de decomposição e mineralização de N pode ser explicado pela inibição de algumas reações enzimáticas presentes na decomposição do material vegetal, devido à complexação dos polifenóis com proteínas. Sendo assim, as proteínas se tornam inacessíveis ao ataque das enzimas no processo de decomposição (HÄTTENSCHWILER & VITOUSEK, 2000). Algumas substâncias solúveis semelhantes ao tanino causam precipitação de proteína, inibindo a liberação de N dos complexos formados (HASLAM, 1989). A capacidade de complexação de polifenóis a determinadas proteínas foi o fator mais importante na determinação dos padrões de liberação de N em estudo feito por HANDAYANTO *et al.* (1995).

Em resíduos vegetais com pouca quantidade de polifenóis, a relação lignina:N apresenta-se como importante fator na predição da taxa de mineralização de N (MILLAR & BAGGS, 2004). Num estudo feito por BECKER *et al.* (1994), foi observada uma maior mineralização líquida inicial de N para os resíduos com menor relação lignina:N (igual a 2), e imobilização líquida de N para os resíduos contendo alta relação lignina:N (igual a 12).

Para VITYAKON & DANGTHAISONG (2005), a quantidade de N contido no material vegetal é o principal fator de promoção da mineralização de N, e a presença de polifenóis é o principal limitante da mineralização de N. Para a utilização de resíduos vegetais como fonte de N nos agroecossistemas devem ser considerados tanto a qualidade do resíduo como a aeração do solo, influenciando diretamente nos padrões de transformação do N do resíduo vegetal, além de outros fatores como pH, textura e temperatura do solo, pois estes fatores influenciam na atividade microbiana, que regulam a velocidade de decomposição da matéria orgânica e, conseqüentemente, a liberação do N.

Como índice da atividade microbiana e, portanto, como previsão da velocidade com que os resíduos vegetais irão ser decompostos pelos microrganismos, tem sido utilizada a quantidade de CO₂ liberada pela respiração. A taxa de CO₂ é reduzida com o tempo, devido à atuação seletiva dos microrganismos na decomposição das substâncias mais lábeis e de maior estabilidade. Os microrganismos do solo degradam os resíduos vegetais para obtenção de energia para seu metabolismo, tendo como produtos finais das reações

aeróbicas CO₂ e água. Assim, a evolução de CO₂ pode ser usada como medida da atividade microbiana e da quantidade de material decomposto (SANTRUCKOVA, 1991), embora uma parte do substrato decomposto é utilizada pelos microorganismos para biossíntese, formando novas células ou material extracelular, e como suprimento de energia (PAUL & CLARK, 1988).

Portanto, para um melhor aproveitamento do potencial de leguminosas ou espontâneas na ciclagem de nutrientes são necessárias informações a respeito da composição e da velocidade de decomposição destes materiais são necessárias.

No que se refere ao teor de nutrientes, vários estudos mostram que as plantas espontâneas podem promover efeitos semelhantes de ciclagem de nutrientes, quando comparadas às espécies introduzidas como adubação verde. Ao comparar espontâneas com leguminosas, FAVERO (2000)) observou que *Euphorbia heterophylla* L. (leiteiro) apresentou conteúdo de P sete vezes maior do que *Canavalia brasiliensis* (feijão-bravo do Ceará) e três vezes superior em relação ao *Dolichos lablab* (lab-lab). Já o *Leonotis nepetaefolia* (cordão-de-frade) apresentou conteúdo de P cinco vezes maior do que o feijão-bravo do Ceará e duas vezes maior do que o *Canavalia ensiformis* (feijão-de-porco). *Commelina benghalensis* (trapoeraba) apresentou conteúdo de K três vezes maior que o teor apresentado pelo feijão-bravo do Ceará e pelo lab-lab e quase o dobro do teor de Mg apresentado pelo feijão-bravo do Ceará. E, finalmente, *Amaranthus sp* (caruru) e *Spermacoce latifolia* (erva-quente) apresentaram conteúdo de K três vezes maior o teor apresentado pelo feijão-de-porco.

Os benefícios dessas plantas como cobertura do solo e ciclagem de nutrientes podem ser otimizados se estiverem associados a um padrão conhecido de velocidade de decomposição e liberação de nutrientes, em sincronia à necessidade da cultura principal (MYERS *et al.*, 1994). Uma opção de manejo inclui a seleção de materiais vegetais com diferentes composições químicas (qualidade), com o conhecimento do tempo, quantidade e melhor forma de aplicação no solo (CHAPMAN *et al.*, 1988; MAFONGOYA, *et al.*, 1998).

Os estudos relacionados à taxa de decomposição e liberação de nutrientes em plantas de cobertura do solo têm sido realizados em várias partes do mundo, mas são ainda pouco conclusivos, e, no que diz respeito principalmente às plantas espontâneas, são muito escassos. MATOS (2005) observou o comportamento de quatro leguminosas em sistema

orgânico de produção de café, em dois locais com características edafoclimáticas diferentes, e verificou que as maiores taxas de decomposição ocorreram nos primeiros 120 dias, pela maior precipitação na época em questão e pela presença de compostos mais facilmente decomponíveis no material vegetal estudado.. Além disso, no local de maior altitude, a velocidade de decomposição foi cerca de 50% menor que no local de menor altitude, e a liberação de nutrientes, com exceção do K, aumentou com a redução da altitude. Dados como este relacionando variações de temperatura e altitudes à taxa de decomposição e liberação de nutrientes em abrangência local são dificilmente encontrados. Tais dados são de extrema importância visto que são variáveis determinantes para o processo de ciclagem de nutrientes no solo, principalmente em um local de extensa diversidade de agroecossistemas, como é o caso do Brasil. O entendimento de tais processos é importante para um melhor manejo dessas espécies, a fim de potencializar seu uso dentro do agroecossistema.

As hipóteses deste trabalho são: a) as características de decomposição diferem entre as espécies de leguminosas e plantas espontâneas manejadas em duas propriedades localizadas em condições climáticas e pedológicas distintas, na Zona da Mata de Minas Gerais e b) a partir das sugestões da comissão “Terra Forte” os agricultores acumularam conhecimentos e inovações importantes no manejo das leguminosas e espontâneas. Portanto, os objetivos desta pesquisa são a sistematização de tais conhecimentos propiciando melhor compreensão destas práticas e o estudo das características de decomposição das espécies de leguminosas *Cajanus cajan* (guandu), *Crotalaria spectabilis* (crotalária) e *Lablab purpureus* (L.) Sweet (labe-labe) utilizadas em experimento conduzido em duas propriedades de agricultores familiares localizadas em municípios com características ambientais distintas (Araponga e Pedra Dourada) e de um conjunto de plantas espontâneas localizadas próximas às áreas dos experimentos. Os dois municípios estão localizados em altitudes diferentes.

Os estudos conduzidos neste trabalho são apresentados em três capítulos. São apresentadas no primeiro capítulo a percepção e importância das plantas espontâneas na agricultura familiar; no segundo capítulo a produção de biomassa, velocidade de composição e qualidade das leguminosas *Cajanus cajan*, *Crotalaria spectabilis* e *Lablab*

purpureus e de uma composição de plantas espontâneas; e no terceiro capítulo a mineralização de C e N do material vegetal estudado no capítulo 2.

CAPÍTULO 1

PERCEPÇÃO E IMPORTÂNCIA DAS PLANTAS ESPONTÂNEAS NA AGRICULTURA FAMILIAR NA ZONA DA MATA DE MINAS GERAIS

RESUMO

A agricultura familiar é predominante na Zona da Mata de Minas Gerais, e a utilização das terras se dá principalmente através da pastagem e do café, quase sempre consorciados com culturas de subsistência. Dentro de uma proposta agroecológica de geração de renda e qualidade de vida, torna-se imprescindível o uso de práticas que valorizem o conhecimento local e a preservação da diversidade de espécies nas propriedades, dentre elas a vegetação espontânea. Este trabalho teve como objetivo identificar o uso e manejo das espécies espontâneas pelos agricultores familiares da Zona da Mata de Minas Gerais, em sistemas de produção agroecológica, com enfoque nas áreas de cultivo de café. Para isto agricultores foram entrevistados e suas propriedades foram visitadas. Informações foram também coletadas durante encontros com os agricultores. Dezesesseis espécies de plantas espontâneas apareceram como as mais comuns na lavoura de café. Quinze são utilizadas como cobertura do solo, duas como medicinal, três como alimento humano e uma como melífera. Uma única espécie pode ter mais de uma utilização pelo agricultor. Em relação às condições de fertilidade do solo, três são encontradas em solos com alta fertilidade, nove em fertilidade média, e quatro em fertilidade baixa. No que diz respeito à importância na nutrição do café, cinco têm muita importância, quatro têm importância média, e sete têm pouca importância. Das seis espécies que os agricultores deixam crescer nas áreas de cultivo, cinco delas têm importância para a nutrição do café, levando a crer que estas plantas cumprem um papel importante na ciclagem de nutrientes. O agricultor utiliza e maneja as espécies espontâneas com o fim de proteção do solo, ciclagem de nutrientes, alimento ou medicinal. Além disso, essas plantas podem ser boas indicadoras de qualidade do solo. É necessário valorizar e reconhecer o uso das plantas espontâneas e estudá-las, como alternativas para uma agricultura mais sustentável.

1. Introdução

A região da Zona da Mata de Minas Gerais, assim como o restante do Brasil, tem sofrido com a degradação sócio-ambiental, agravada mais recentemente pelo uso dos pacotes tecnológicos da “Revolução Verde” na agricultura (CARDOSO et al., 2001). Nesta região, a agricultura familiar é predominante, sendo suas terras utilizadas principalmente com pastagem e café, quase sempre consorciado com culturas de subsistência como milho, feijão e mandioca (GOMES, 1986).

Hoje, a maioria dos agroecossistemas da região apresenta baixa produtividade, com práticas agrícolas não adaptadas às suas características ambientais (FERRARI, 1996). É comum a perda de biodiversidade, poluição por agrotóxicos, perda da qualidade da água, erosão do solo, desmatamento e enfraquecimento da economia familiar.

Visto que há uma heterogeneidade dos ecossistemas naturais e uma diversidade de agroecossistemas utilizados pelos agricultores familiares, não se pode pensar em uma intervenção tecnológica única e generalista para a promoção do desenvolvimento das comunidades rurais. As soluções precisam ser pensadas de acordo com as necessidades e aspirações de cada comunidade, assim como as condições biofísicas e socioeconômicas (ALTIERI & NICHOLLS, 2000). O resgate de práticas tradicionais de convivência mais harmônica com o meio ambiente e que dê melhores condições de vida aos agricultores é imprescindível, juntamente com as descobertas e redescobertas de novas práticas agrícolas.

Uma característica importante dos sistemas agrícolas mais tradicionais é a grande diversidade de espécies vegetais existentes a partir do uso de policultivos e de sistemas agroflorestais (CLAWSON, 1985). Esta é uma estratégia que, se utilizada, pode minimizar o risco, estabilizar os rendimentos em longo prazo, promover diversidade na alimentação e otimizar os retornos a partir de tecnologias mais simples e recursos limitados. A diversidade genética resulta na existência de inimigos naturais pela manutenção de nichos específicos para a fauna, assim como o controle de doenças, além de permitir a utilização de uma maior quantidade de microclimas (VANDERMEER, 1989).

Nos sistemas de cultivos tradicionais, o conhecimento dos agricultores sobre solo, clima, vegetação e animais, em geral, resulta em estratégias produtivas multidimensionais, que resulta em agroecossistemas com diversas espécies e funções. Estas estratégias podem gerar, dentro de certos limites ecológicos e técnicos, a auto-suficiência alimentar dos

agricultores de uma região (TOLEDO et al., 1985) e permitir um maior controle do uso dos recursos naturais, por meio de práticas culturalmente reconhecidas como benéficas ao sistema.

Uma destas práticas consiste no manejo da vegetação espontânea, ervas ou simplesmente mato, como os agricultores da Zona da Mata denominam, do agroecossistema. Muitas vezes permite a presença de ervas, para incrementar o fluxo genético entre os cultivos, pois muitas plantas ao redor ou dentro dos agroecossistemas são parentes (GLIESSMAN *et al*, 1981). Além disso, a presença de tais ervas pode aumentar consideravelmente a quantidade de material orgânico e cobertura do solo, aumentando a ciclagem de nutrientes e minimizando os impactos da erosão, muito comum em áreas declivosas como as da Zona da Mata de Minas Gerais.

No manejo dos sistemas tradicionais de cultivo são importantes o conhecimento local sobre o ambiente; o conhecimento das práticas agrícolas e; a natureza experimental do conhecimento (ALTIERI, 1987). O conhecimento do agricultor a respeito do seu ambiente é freqüentemente muito detalhado. Há inúmeros calendários tradicionais para o planejamento das atividades agrícolas. Muitos cultivam segundo as fases da lua. Outros identificam as mudanças climáticas utilizando indicadores baseados na fenologia da vegetação local. Os tipos de solo, a fertilidade e as categorias de uso da terra também são discriminadas em detalhe pelos agricultores. Os tipos de solo se distinguem freqüentemente pela cor, pela textura e até pelo sabor. A maioria deles classifica o solo com base na cobertura vegetal presente. Em geral, os tipos de classificação de solo dependem da natureza da relação que o agricultor tem com a terra (WILLIAMS & ORTIZ-SOLÁRIO, 1981). Quanto ao conhecimento das práticas agrícolas, os agricultores familiares em todo mundo desenvolvem sistemas de manejo que superam inúmeras dificuldades. Com o avanço da pesquisa, as práticas agrícolas tradicionais anteriormente consideradas primitivas ou erradas, são reconhecidas agora como elaboradas e apropriadas, onde é possível um melhor enfrentamento dos problemas específicos de declividade, seca, presença excessiva de insetos e doenças, baixa fertilidade, entre outros (KLEE, 1980). Em geral, os agricultores (as) têm satisfeito os quesitos ambientais de seus sistemas produtivos potencializando ao máximo as relações existentes entre os componentes dos sistemas, resultando em sistemas agrícolas com características estruturais e funcionais

interconectadas (GLIESSMAN et al., 1981). Para isto, combinam um grande número de espécies e diversidade estrutural no tempo e no espaço, mediante a organização tanto horizontal como vertical dos cultivos; exploram vários microambientes, que diferem em solo, temperatura, altitude, declividade, fertilidade, etc, em uma área ou região; mantêm a ciclagem de nutrientes; contam com uma complexidade de interdependências ecológicas, resultando em certo grau de supressão biológica dos insetos; utilizam recursos locais, força humana e animal, usando poucos insumos externos; utilizam variedades locais para cultivo e incorporam o uso de plantas e animais silvestres; a produção é especialmente para o consumo local, mas fatores econômicos e não econômicos exercem grande influência na tomada de decisão (ALTIERI, 2002).

No que se refere à natureza experimental do conhecimento, o conhecimento não é construído apenas pelo grande poder de observação da população rural, mas também pela experimentação. A experimentação é muito freqüente não só na seleção de variedades de espécies para cada ambiente, como também em métodos novos de cultivo para superar as limitações biológicas ou socioeconômicas. As técnicas mais interessantes têm sido observadas em comunidades cujo ambiente tem grande diversidade física e biológica e ou em comunidades que vivem próximas aos limites de sobrevivência (ALTIERI & NICHOLLS, 2000).

Os agricultores familiares da Zona da Mata, com base em seus conhecimentos, têm desenvolvido e experimentado práticas agrícolas visando uma maior autonomia e uma melhor convivência com o ambiente. Neste cenário, em 1993, o Centro de Tecnologias Alternativas da Zona da Mata (CTA/ZM) e o Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Araponga, em parceria com o Departamento de Solos (DPS) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), realizaram um Diagnóstico Rural Participativo (DRP) piloto, em Araponga, durante o qual os agricultores apontaram o enfraquecimento do solo como um dos principais problemas do município. Com uma forte integração entre os agentes envolvidos, formaram-se algumas comissões, compostas por membros das comunidades sensibilizadas, CTA/ZM e UFV, dentre elas a comissão denominada “Terra Forte”. A comissão “Terra Forte” objetivava encaminhar as questões referentes ao manejo e recuperação dos solos. Várias propostas preconizadas pela agroecologia foram discutidas para superar tal problema. As propostas aprovadas para difusão e ou experimentação em pequena escala

foram resgatadas entre os próprios agricultores ou sugeridas pelos técnicos, sendo: a) plantio de cordão de contorno com cana-de-açúcar; b) uso de adubação verde; c) reposição de cálcio e magnésio por meio de calagem; d) sistemas agroflorestais (SAFs); e) manejo de plantas espontâneas (CARDOSO et al., 2001, CTA/ZM, 2002, Souza et al., 2004). Tais propostas foram, em maior ou menor escala, implantadas em outros municípios de atuação do CTA/ZM, para além de Araponga, como por exemplo no município de Pedra Dourada.

Visando agregar renda ao café, recentemente o CTA elaborou em conjunto com os sindicatos locais o Plano Estratégico do Café, que hoje está em execução. Este plano objetiva, entre outras coisas, a melhoria da qualidade do café, buscando melhor preço no mercado e, se possível, a transformação de café agroecológico em café orgânico agroecológico certificado .

A disponibilidade de nutrientes para as plantas é uma das principais dificuldades no cultivo do café pelos agricultores familiares da região, em especial do café orgânico. Para o café orgânico, em geral, é necessário grande aporte de adubos orgânicos a base de esterco (sozinho ou na forma de composto) para suprir as exigências nutricionais das lavouras, localizadas em ambientes de baixa fertilidade natural. Estes adubos orgânicos nem sempre são disponíveis nas propriedades na quantidade necessária. Considerando os princípios agroecológicos de autonomia e produtividade, onde os insumos necessários devem ser provenientes da propriedade ou o mais próximo a ela (ALTIERI, 2002), o uso de adubos verdes tem sido apontado como uma prática para incrementar a ciclagem de nutrientes nos agroecossistemas. Pode-se conceituar adubação verde como a utilização de plantas em rotação, sucessão ou consorciação com as culturas, incorporando-as ao solo ou deixando-as na superfície, visando-se à proteção, bem como a manutenção e melhoria das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (CALEGARI et al., 1992).

Dentro dos adubos verdes, podemos destacar as leguminosas plantadas e as espécies vegetais que emergem em uma determinada área sem que tenha havido introdução voluntária destas pelo ser humano, denominadas como plantas espontâneas (FAVERO, 1998).

Considerando a planta espontânea como um elemento também importante em um agroecossistema, observa-se que ela promove, em proporções diferenciadas, os efeitos similares das leguminosas introduzidas, quais sejam cobertura do solo, produção de

biomassa e ciclagem de nutrientes. Entretanto, tais espécies em áreas de cultivo agrícola têm sido, em sua grande maioria, tratadas como “plantas daninhas”, “ervas invasoras”, etc., sempre sob o ponto de vista dos prejuízos que podem trazer à espécie principal, por competir com esta por nutrientes, água e luz (FAVERO, 1998).

A falta de limpeza, ou não retirada dessas plantas da área de cultivo, é muitas vezes associada a uma agricultura sem recursos ou como resultado de manejo inadequado por parte do agricultor. Mas, em alguns lugares, elas têm um papel sociobiológico e uma relação estreita com as plantas cultivadas (FRIEBEN, 1998).

A eliminação das espécies espontâneas de um agroecossistema não é recomendada quando consideramos um sistema agrícola sustentável (FRIEBEN, 1998). A diversidade de espécies é um importante fator para a estabilidade e preservação de funções no ecossistema, incluindo a ciclagem de nutrientes, conservação do solo, da fauna e dos microrganismos (SIEMANN, 1998; HILLOCKS, 1998; KORICHEVA *et al*, 2000; GARRETT *et al*, 2001). Tais espécies devem ser manejadas visando a proteção integrada dos sistemas de cultivo, apropriada para o pequeno produtor, com o objetivo de aumentar a produtividade, sem a degradação do ambiente e diminuição da biodiversidade, levando a manutenção da biomassa a um nível satisfatório e necessário (MIYAZAWA, *et al.*, 2004; HILLOCKS, 1998).

As espécies espontâneas podem então funcionar como adubo verde, diminuindo a necessidade de introdução de outras espécies, como no caso das leguminosas. O plantio de leguminosas pode representar, em relação às espécies espontâneas, aumento da mão-de-obra, em especial em terrenos declivosos como os encontrados na região da Zona da Mata. Porém o manejo de determinadas espécies espontâneas pode ser mais difícil do que algumas espécies leguminosas. Sendo assim, uma associação das duas práticas (manejo das espécies espontâneas e de leguminosas) pode ser importante para uma maior sustentabilidade da propriedade.

Para um melhor aproveitamento do potencial destas espécies no que se refere à ciclagem de nutrientes, informações a respeito da composição destes materiais são necessárias. Dentre estas informações, além do teor de nutrientes presente nos órgãos das plantas, são importantes as seguintes características: velocidade de decomposição, quantidade de polifenóis, mineralização de carbono e nitrogênio das espécies.

LAMBERT e ARNASON (1989) mostram que as plantas espontâneas acumulam quantidade de potássio similar a crotalária, ao milho, e ao consórcio crotalária+milho. Ao comparar espontâneas com leguminosas, FAVERO (2000) observou que *Euphorbia heterophylla* L.(leiteiro) apresentou conteúdo de P sete vezes maior do que *Canavalia brasiliensis* (feijão-bravo do Ceará) e três vezes superior em relação ao *Dolichos lablab* (lab-lab). Já o *Leonotis nepetaefolia* (cordão de frade) apresentou conteúdo de P cinco vezes maior do que o feijão-bravo do Ceará e duas vezes maior do que o *Canavalia ensiformis* (feijão-de-porco). *Commelina benghalensis* (trapoeraba) apresentou conteúdo de K três vezes maior que o teor apresentado pelo feijão-bravo do Ceará e pelo lab-lab e quase o dobro do teor de Mg apresentado pelo feijão-bravo do Ceará. E, finalmente, *Amaranthus sp* (caruru) e *Spermacoce latifolia* (erva-quente) apresentaram conteúdo de K três vezes maior o teor apresentado pelo feijão-de-porco. Assim, as plantas espontâneas podem promover efeitos semelhantes de ciclagem de nutrientes, quando comparadas à outras espécies introduzidas como adubação verde.

Os benefícios dessas plantas como cobertura do solo e ciclagem de nutrientes podem ser otimizados se estiverem associados a um padrão conhecido de velocidade de decomposição e liberação de nutrientes, em sincronia à necessidade da cultura principal (MYERS *et al.*, 1994). Uma opção de manejo inclui a seleção de materiais vegetais com diferentes composições químicas (qualidade), com o conhecimento do tempo, quantidade e melhor forma de aplicação no solo (CHAPMAN *et al.*, 1988; MAFONGOYA, *et al.*, 1998).

Como uma primeira fase do estudo do potencial das espécies espontâneas na ciclagem de nutrientes, este trabalho teve como objetivo identificar o uso e manejo destas espécies por alguns agricultores familiares da Zona da Mata de Minas Gerais, em sistemas de produção agroecológica, com enfoque nas áreas de cultivo de café.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para este estudo, foram selecionadas oito propriedades familiares, localizadas em Araponga (proprietários: Ilson, Pedro, João dos Santos, Jesus, S. Neném, Maurílio, Vicente), município este que concentra a maior parte dos trabalhos do CTA, e em Pedra Dourada (proprietário: Dadin). O solo da região classifica-se, em geral, como Latossolo Vermelho-Amarelo. São características comuns aos agroecossistemas em questão o cultivo

de café sob sistema agroflorestal (SAF); o incremento da ciclagem de nutrientes a partir da poda, manejo das plantas espontâneas e plantio de leguminosas nos SAF's; baixo uso de insumos externos à propriedade; mão-de-obra familiar na maior parte do ano; diversidade de espécies vegetais e; agricultura como atividade principal.

Durante estas visitas foram realizadas entrevistas semi-estruturadas (OLIVEIRA e OLIVEIRA, 1982) com o agricultor e ou sua família. As entrevistas abordavam os seguintes tópicos: 1) espécies espontâneas encontradas na área e manejo destas espécies; 2) percepção do agricultor sobre as condições de fertilidade do solo onde as espécies aparecem; 3) utilização das espontâneas; 4) avaliação das mesmas em relação à nutrição do café. Além das visitas, foram colhidas informações em três encontros de sistematização de experiências em sistemas agroflorestais, realizados pelo CTA (CTA/ZM, 2005).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 encontram-se as informações sobre a vegetação espontânea presente em sistemas de produção agroecológica das propriedades avaliadas. Das espécies mais frequentemente encontradas nas lavouras de café, quinze são utilizadas como cobertura do solo, duas como medicinal, três como alimento humano e uma como melífera. Uma única espécie pode ter mais de uma utilização pelo agricultor, como, por exemplo, *Solidago chilensis* (arnica-do-mato), que é utilizada tanto como cobertura do solo como medicinal, e *Emilia sonchifolia* (serralha), utilizada como cobertura do solo e como alimento humano.

Em relação às condições de fertilidade do solo, cinco espécies são encontradas em solos com fertilidade alta, dez em fertilidade média (média ruim ou média boa) e uma em fertilidade baixa. No que diz respeito à importância na fertilização do café, ou seja, se tem influência para adubação do cafeeiro, cinco têm muita importância, quatro têm importância média, e sete têm pouca importância.

Observa-se (Tabela 1) que das seis espécies que os agricultores deixam crescer, cinco delas também têm muita importância para a nutrição do café, ilustrando assim o papel destas plantas no acúmulo de nutrientes e a liberação dos mesmos para o cafeeiro quando do corte das plantas, que acontece em geral no início do florescimento, potencializando então a ciclagem de nutrientes no agroecossistema.

Contrapondo-se a idéia de que as áreas de cultivo agrícola precisam estar permanentemente “limpas”, o uso da planta espontânea por agricultores familiares é uma opção de manejo do agroecossistema como plantas de cobertura do solo. Além de diminuir a erosão e potencializarem a ciclagem de nutrientes, diminuindo a dependência de insumos externos, como os adubos químicos, os herbicidas e outros, estas plantas são importantes para a conservação da biodiversidade. Um aspecto de igual importância é a utilização destas plantas como medicinais ou alimento, direta ou indiretamente (se utilizadas como melíferas, por exemplo), incentivando e mantendo a segurança alimentar.

Tabela 1. Informações sobre a vegetação espontânea presente em sistemas de produção agroecológica de café na Zona da Mata de Minas Gerais.

<i>Espécies</i>		<i>Importância na NUTRIÇÃO do café</i>	<i>Fertilidade do solo</i>	<i>Utilização</i>	<i>Tipo de manejo</i>
<i>Nome vulgar</i>	<i>Nome científico</i>				
Amargosinho	<i>Digitaria horizontalis</i>	Pouca	Média/ruim	Cobertura do solo	Roça
Amargoso	<i>Digitaria insularis</i>	Pouca	Média/boa	Cobertura do solo	Roça
Arnica do mato	<i>Solidago chilensis</i>	Muita	Média/ruim	Cobertura do solo Medicinal	Deixa crescer
Batatinha do brejo	<i>Cyperus esculentus</i> L.	Pouca	Ruim	Cobertura do solo	Capina
Beldroega	<i>Portulaca oleracea</i>	Muita	Boa	Cobertura do solo Alimento humano	Deixa crescer
Benzinho	<i>Cenchrus ciliaries</i>	Média	Média/ruim	Cobertura do solo	Roça
Botão de ouro	<i>Galinsoga parviflora</i>	Média	Média/ruim	Cobertura do solo	Roça
Capim marmelada	<i>Brachiaria plantaginea</i>	Pouca	Boa	Cobertura do solo	Capina
Carrapicho	<i>Cenchrus echinatus</i>	Pouca	Média/ruim	Cobertura do solo	Capina
Caruru	<i>Amaranthus deflexus</i>	Muita	Boa	Cobertura do solo Alimento humano	Deixa crescer
Erva canudo	<i>Equisetum giganteum</i>	Pouca	Média/boa	Melífera	Deixa crescer
Mentraço	AGERATUM CONYZOIDES	Pouca	Boa	Cobertura do solo Medicinal	Capina
Picão	<i>Bidens pilosa</i>	Muita	Média/boa	Cobertura do solo	Capina Deixa crescer
Trapoeraba	<i>Commelina benghalensis</i>	Muita	Boa	Cobertura do solo	Deixa crescer
Voadeira	<i>Conyza bonariensis</i>	Média	Média	Cobertura do solo	Roça
Serralha	<i>Emilia sonchifolia</i>	Média	Média/boa	Cobertura do solo Alimento humano	Deixa crescer

Entretanto para potencializar o uso de tais plantas, elas precisam ser adequadamente manejadas, o que pressupõe o corte superficial (roçar), mas as vezes capinar (Tabela 1), procurando diminuir a presença de algumas espécies e favorecer o surgimento de outras. Como regra geral, o agricultor utiliza no manejo das espontâneas o mesmo manejo utilizado para as leguminosas introduzidas, ou seja, não deixa as plantas produzirem sementes, podando ou capinando-as quando as mesmas florescem. Neste manejo, muitas vezes o agricultor introduz leguminosas em áreas onde ele quer favorecer o estabelecimento ou a diminuição de certas espécies. Para manejá-las adequadamente o agricultor necessita de muita observação e conhecimento sobre sucessão de plantas. Nos trabalhos de manejo dos agroecossistemas que o CTA/ZM tem desenvolvido em parceria com o DPS, tais aspectos são enfatizados. Além disto estudos mais aprofundados sobre estas plantas e sua relação com o ambiente são necessários. Tais estudos devem ser realizados em parceria com o agricultor, valorizando seu saber e incentivando-o a aprofundar nos conhecimentos de manejo sustentável dos agroecossistemas. Para facilitar o manejo das espontâneas, deve-se procurar desenvolver instrumental adequado ou facilitar (via crédito) a compra de ferramentas já existentes, como, por exemplo, roçadeiras motorizadas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O agricultor familiar utiliza e maneja as espécies espontâneas com o fim de proteção do solo e ciclagem de nutrientes, alimento e uso medicinal. As plantas espontâneas são também utilizadas como indicadoras de qualidade do solo.

É necessário valorizar e reconhecer o saber local e ao mesmo tempo realizar estudos mais aprofundados a fim de potencializar o uso das plantas espontâneas, procurando encontrar alternativas para uma agricultura mais sustentável.

5. AGRADECIMENTOS

A todos os (as) agricultores (as) que presteram as informações aqui apresentadas, em especial ao Jesus, Dadin e suas famílias, por toda garra, esperança de um Universo melhor e pelo exemplo de vida em prol da agroecologia; à Professora Flávia Cristina, do Departamento de Biologia Vegetal (UFV), pelo auxílio na identificação das espécies espontâneas, pela paz e paciência; ao CTA, pelo acolhimento, carinho e consideração.

CAPÍTULO 2

PRODUÇÃO DE BIOMASSA, TAXA DE DECOMPOSIÇÃO E QUALIDADE DE LEGUMINOSAS E PLANTAS ESPONTÂNEAS EM DIFERENTES CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS

RESUMO

A disponibilidade de nutrientes em sistemas agroecológicos é um dos fatores mais limitantes para a produção, principalmente em se tratando de áreas declivosas cujo solo em geral tem menor fertilidade natural, como é o caso da Zona da Mata de Minas Gerais. A manutenção da ciclagem de nutrientes nestes ambientes se faz necessária, tanto do ponto de vista nutricional para a cultura em questão, em especial o café, como para fins de recuperação e conservação ambientais, como redução da erosão e incremento da biodiversidade. Sendo assim, este estudo teve como objetivo investigar a produção de biomassa, a velocidade de decomposição e a composição química e bioquímica das leguminosas *Crotalaria spectabilis*, *Lablab purpureus*, *Cajanus cajan* e de um conjunto de plantas espontâneas, em dois municípios com diferentes condições edafoclimáticas (Araponga e Pedra Dourada). *L. purpureus* apresentou menor produção de matéria seca (1,82 kg/ha) em Araponga, local com maior altitude, e os outros adubos não diferiram entre si e foram superiores a *L. purpureus*. Já em Pedra Dourada, todos os valores foram semelhantes. Em relação à composição química, os valores mais altos de N, em kg/ha, foram para *C. cajan*, que foi superior a *L. purpureus*, *C. spectabilis* e espontâneas. Os valores de P, K, Ca e Mg não diferiram entre todos os adubos verdes. *C. spectabilis* apresentou maior teor de nutrientes e *L. purpureus*, menor. Quanto à facilidade de decomposição, todas as leguminosas apresentaram-se com tendências semelhantes, à exceção de *L. purpureus* em Araponga, que se decompôs mais facilmente. Este material, por sua vez, possui relação PP/N maior, com o favorecimento, então, da decomposição em curto prazo. Podemos concluir que as plantas espontâneas apresentaram-se com resultados semelhantes às leguminosas para composição química. Em geral, as taxas de decomposição foram maiores em menor altitude e em adubos com relação C/N, LG/PP, PP/N e (LG+PP)/N menores. É importante que haja interação de diferentes adubos verdes, combinando velocidade de decomposição às necessidades da cultura principal e aos objetivos do agricultor.

1. INTRODUÇÃO

A disponibilidade de nutrientes para as plantas é uma das principais dificuldades no cultivo agroecológico de café pelos agricultores familiares. Em geral, necessita-se de grandes aportes de adubos orgânicos (esterco ou composto) para suprir as exigências nutricionais das culturas, localizadas de forma geral em ambientes de baixa fertilidade natural. Estes adubos orgânicos nem sempre são disponíveis nas propriedades na quantidade necessária. Dentro do princípio agroecológico de autonomia, onde os insumos utilizados devem ser provenientes da propriedade ou o mais próximo a ela (ALTIERI, 2002), o uso de adubos verdes tem sido apontado como uma prática agroecológica que potencializa a ciclagem de nutrientes nos agroecossistemas. Pode-se conceituar adubação verde como a utilização de plantas em rotação, sucessão ou consorciação com as culturas, incorporando-as ao solo ou deixando-as na superfície, visando-se à proteção, bem como a manutenção e melhoria das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (CALEGARI *et al.*, 1992).

Dentro dos adubos verdes, podemos destacar as leguminosas plantadas (neste trabalho referidas apenas como leguminosas) e as espécies vegetais que emergem em uma determinada área sem que tenha havido introdução voluntária destas pelo ser humano, denominadas como plantas espontâneas (FAVERO, 1998).

As leguminosas têm exercido um papel importante como adubação verde e cobertura do solo nas formas de cultivo mais sustentáveis. A principal razão é a fixação do nitrogênio atmosférico através de bactérias do gênero *Rhizobium*, que vivem em simbiose com suas raízes. Além disso, produzem grande quantidade de massa, servindo como planta de cobertura de solo e podem ter sistema radicular bem mais ramificado e profundo, capaz de extrair nutrientes que se encontram em camadas mais profundas do solo, os quais serão disponibilizados após a decomposição e incorporação destas plantas ao solo. Além disso, uma maior cobertura do solo associada a uma velocidade de decomposição de uma determinada espécie tem grande influência sobre o controle da erosão, por oferecer uma maior proteção do solo, tanto em relação às perdas de solo quanto em relação à água (DENCHEN *et al.*, 1991). Uma cobertura de 20% do solo com resíduos vegetais pode

contribuir para redução das perdas de solo em aproximadamente 50% em relação ao solo descoberto (AMADO et al.,1989).

A grande produção de biomassa é uma característica reconhecida das leguminosas utilizadas como adubo verde. Entretanto, existe uma grande variação nessa produção, conforme as condições, principalmente edafoclimáticas, nas quais essas leguminosas se desenvolvem. O gênero *Crotalaria*, por exemplo, tem apresentado, dependendo das condições climáticas, produtividades de 1,6 t.ha⁻¹ (DE-POLLI & CHADA, 1989) a 13,7 t.ha⁻¹ de matéria seca (CARSKY et al., 1990).

Os efeitos promovidos pelas leguminosas na ciclagem de nutrientes são bastante variáveis, dependendo de fatores como a espécie utilizada, o manejo dado à biomassa, a época de plantio e corte do adubo verde, o tempo de permanência dos resíduos no solo, as condições locais, e a interação entre esses fatores (ALCÂNTARA, 2000).

Considerando a planta espontânea como um elemento também importante em um agroecossistema, observa-se que ela promove, em proporções diferenciadas, os efeitos similares das leguminosas introduzidas, quais sejam cobertura do solo, produção de biomassa e ciclagem de nutrientes. Entretanto, tais espécies em áreas de cultivo agrícola têm sido, em sua grande maioria, tratadas como “plantas daninhas”, “ervas invasoras”, etc., sempre avaliando sob o ponto de vista dos prejuízos que podem trazer à espécie principal, por competir com esta por nutrientes, água, luz e ar (FAVERO, 1998). A eliminação das espécies espontâneas de um agroecossistema não é recomendada quando consideramos um sistema agrícola sustentável (FRIEBEN, 1998). A diversidade de espécies espontâneas é um importante fator para a estabilidade e preservação de funções no ecossistema, incluindo a ciclagem de nutrientes, preservação do solo, preservação da fauna e dos microrganismos (SIEMANN, 1998; HILLOCKS, 1998; KORICHEVA *et al*, 2000; GARRETT ET AL, 2001). Tais espécies devem, entretanto, ser manejadas para potencializar seus benefícios e aumentar a produtividade dos agroecossistemas, sem a degradação do ambiente (MIYAZAWA, 2004; HILLOCKS, 1998).

As espécies espontâneas ao funcionarem como adubo verde, diminuem a necessidade do plantio de outras espécies, como no caso das leguminosas. O plantio de leguminosas pode representar, em relação às espécies espontâneas, aumento da mão-de-obra, em especial em terrenos declivosos como os encontrados na região da Zona da Mata

mineira. Porém o manejo de determinadas espécies espontâneas pode ser mais difícil do que algumas espécies de leguminosas. Sendo assim, uma associação das duas práticas (manejo das espécies espontâneas e de leguminosas) pode ser mais interessante no manejo dos agroecossistemas dos agricultores familiares.

O benefício dos adubos verdes, seja leguminosa ou vegetação espontânea, no que se refere à ciclagem de nutrientes, depende da decomposição e liberação de nutrientes e do sincronismo com a demanda de nutrientes pela planta cultivada (COBO, 2002). A taxa de decomposição dos resíduos vegetais e a liberação de nutrientes são influenciadas por fatores como umidade, temperatura, evapotranspiração, quantidade e principalmente qualidade do material vegetal. A qualidade é caracterizada pela natureza física e composição química dos resíduos, levando-se em consideração os teores de N, C, P, lignina e polifenóis e as relações lignina/N e (lignina+polifenóis)/N, lignina/polifenóis, polifenóis/N (FOX et al., 1990, PALM e SANCHEZ, 1991; THOMAS e ASAKAWA, 1993; HANDAYANTO et al., 1995, MENDONÇA & STOTT, 2003).

Entretanto não há um único índice que possa caracterizar a qualidade do resíduo vegetal. Uma grande quantidade de materiais testada resultou em diferentes conclusões quanto à conveniência de certas propriedades de prever taxas de decomposição dos resíduos e seus efeitos na disponibilidade de nutrientes no solo (HADAS et al., 2004). HANDAYANTO et al. (1995), estudando o efeito do N sobre a qualidade de alguns resíduos, verificaram que, com a adição de N, não houve aumento na concentração de N, mas a diminuição da concentração de polifenóis e a relação C:N dos resíduos estudados. Além disso, observou-se também que a mineralização de N era controlada pela concentração inicial de N presente nos resíduos e pela sua relação C:N, apenas se os resíduos apresentarem pouca variabilidade nos teores de lignina e polifenóis. E ainda observou que a concentração de N, lignina, polifenóis e relação C/N não foram suficientes para explicar as diferenças na taxa de mineralização de N, e que a relação (lignina+polifenóis)/N seria o fator mais consistente.

Em geral, materiais vegetais com baixos teores de lignina e polifenóis decompõem mais rápido e promovem a liberação de uma maior quantidade de nitrogênio, aspecto este importante principalmente nos estádios iniciais de crescimento da cultura, apesar de pouco contribuírem para a manutenção da matéria orgânica no solo (MONTEIRO et al., 2002).

Em muitos casos, as espécies vegetais que são cultivadas em solos de baixa fertilidade produzem resíduos vegetais de difícil decomposição, pois possuem em relação aos resíduos vegetais cultivados em solos mais férteis, alta relação C:N e altas concentrações de compostos resistentes a decomposição (FIELD et al., 1992).

Os resíduos vegetais constituem-se em fontes de N orgânico para os microrganismos do solo, e os teores de N, lignina e polifenóis nos resíduos interferem na mineralização e no acúmulo de N no solo. Os resíduos pobres em N, com altos teores de lignina e polifenóis ativos, apresentam decomposição e liberação de nutrientes muito lenta, e pouco do N aplicado via material vegetal torna-se disponível para as plantas, embora permaneça no solo. Já os resíduos ricos em N, com baixos teores de lignina e polifenóis, decompõem rapidamente e promovem a liberação de grande quantidade de nitrogênio, durante os estádios iniciais do crescimento da cultura, mas podem não contribuir para a manutenção da matéria orgânica do solo (FRANKENBERGER ET. AL, 1985; IBEWIRO, 2000).

O papel dos polifenóis nos processos de decomposição está relacionado com a inibição de algumas reações enzimáticas presentes na decomposição do material vegetal, devido à complexação dos polifenóis com proteínas. Sendo assim, as proteínas se tornam inacessíveis ao ataque das enzimas no processo de decomposição (HÄTTENSCHWILER & VITOUSEK, 2000). Algumas substâncias solúveis semelhantes ao tanino causam precipitação de proteína, inibindo a liberação de N dos complexos formados (HASLAM, 1989). A capacidade de complexação de polifenóis a determinadas proteínas pode ser o fator mais importante na determinação dos padrões de liberação de N (HANDAYANTO,1995).

O trabalho aqui apresentado teve como objetivo o estudo da produção de biomassa, da taxa de decomposição e da qualidade do material vegetal de *Cajanus cajan* (guandu), *Crotalaria spectabilis* (crotalária), *Lablab purpureus* (labe-labe) e de um conjunto de plantas espontâneas sob duas condições edafoclimáticas da Zona da Mata de Minas Gerais em áreas de cultivo de café orgânico.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização dos experimentos

Os estudos foram realizados em duas unidades experimentais instaladas em propriedades de agricultores familiares, nos municípios de Araponga e Pedra Dourada, localizados na região da Zona da Mata de Minas Gerais, no período de dezembro de 2003 a abril de 2004. As unidades experimentais foram instaladas em parceria com a EPAMIG (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais/Centro Tecnológico da Zona da Mata) e CTA-ZM (Centro de Tecnologias Alternativas da Zona da Mata). Em Araponga a propriedade situa-se a 20° 38' de latitude sul e 42° 31' de longitude oeste, a uma altitude média de 950 m, temperatura média mínima e máxima anual de 13,7 e 25,4°C, respectivamente, e precipitação de 1320,2 mm (Figura 1). A área do experimento apresenta exposição solar oeste, recebendo maior insolação à tarde e com tendência a tornar o solo mais duro e ressecado (LIMA et al., 2002). Em Pedra Dourada, a propriedade situa-se a 20° 50' de latitude sul e 42° 08' de longitude oeste, com altitude média de 690 m, temperatura média mínima e máxima anual de 15,2 e 26,6°C, respectivamente, e precipitação de 1277,3 mm (Figura 1). A área do experimento apresenta exposição solar sul, recebendo menor quantidade de insolação direta, sendo, portanto, mais fria e sombreada (LIMA et al, 2002).. Quando da implantação dos experimentos, as áreas encontravam-se em fase de formação de lavoura orgânica de café (terceiro ano pós-plantio). O plantio de leguminosas ocorreu nas entrelinhas da lavoura do café. As leguminosas plantadas foram *C. spectabilis*, *L. purpureus*, *C. cajan*. Antes do plantio das leguminosas, os solos foram corrigidos e fertilizados de acordo com as recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo para o Estado de Minas Gerais (Fontes, 1999). Em Araponga foram aplicados 0,26 t ha⁻¹ de calcário e 64, 125 e 800 kg ha⁻¹ de gesso, sulfato de potássio e termofosfato, respectivamente. Em Pedra Dourada utilizou-se 1,20 t ha⁻¹ de calcário e 300, 125 e 800 kg ha⁻¹ de gesso, sulfato de potássio e termofosfato, respectivamente.

Para a coleta da vegetação espontânea, utilizou-se um sistema de café agroecológico, ao lado da área do experimento. Foram escolhidas as áreas para a instalação de quatro parcelas. As parcelas não foram escolhidas ao caso, mas procurou-se representar

a heterogeneidade do sistema, assim escolheu parcelas mais sombreada, outra exposta ao sol, uma em solo mais fértil, e outra em solo menos fértil (as duas últimas a partir das observações do agricultor).

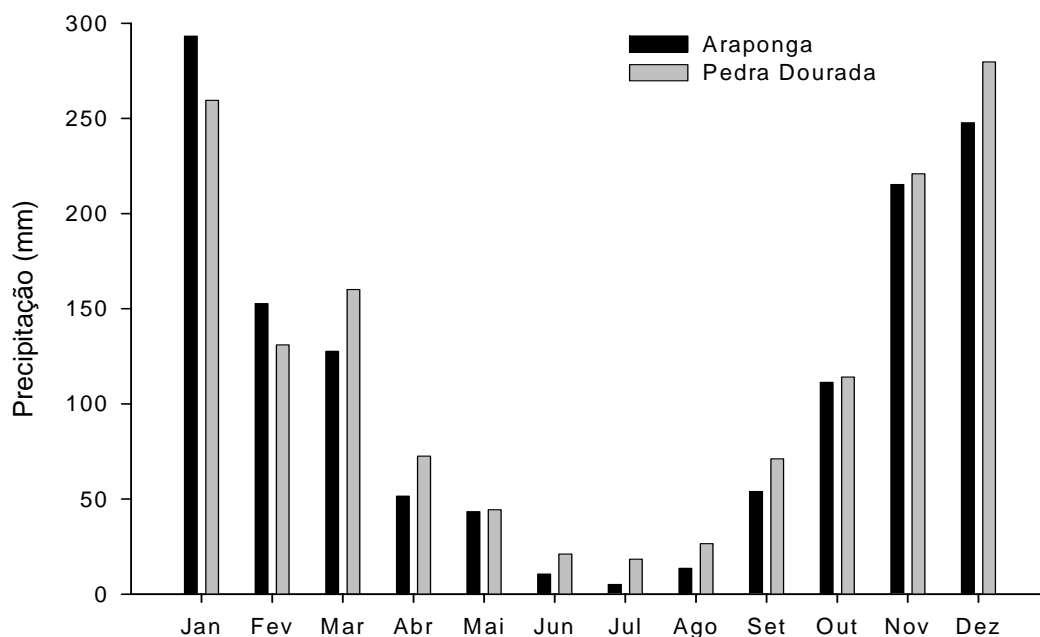


Figura 1 – Precipitação ao longo do ano nas Sub-bacias do Rio Doce e Paraíba do Sul, região onde localizam-se as propriedades de Araponga e Pedra Dourada (média de 12 anos). Fonte: ANA – Agência Nacional de Águas (Matos, 2005).

O solo de Araponga possui textura argilosa e de Pedra Dourada textura argilo-arenosa. Em ambas localidades os solos foram classificados como Latossolo Vermelho-Amarelo. As características químicas e físicas do solo quando da instalação dos experimentos são apresentadas na Tabela 1. Os tratamentos constaram de dois locais de cultivo de café orgânico (Araponga e Pedra Dourada), três espécies de leguminosas (*C. cajan*, *C. spectabilis* e *L. purpureus*), e o conjunto de plantas espontâneas, de agora em diante denominada apenas espontâneas. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em arranjo fatorial 2 x 4 (2 locais, 3 espécies de leguminosas e 1 conjunto de espontâneas) x 4 repetições, totalizando 32 unidades experimentais.

Ao atingir o estágio de floração, 120 dias após o plantio, coletou-se a parte aérea dos adubos verdes para que fosse quantificada a massa fresca do material. A biomassa total

produzida foi estimada a partir da pesagem do material produzido em cada parcela. Ao mesmo tempo, coletou-se a parte aérea das espontâneas, onde a grande maioria também estava no estágio de floração. De cada material foi utilizada uma amostra para determinar a umidade e realizar as análises químicas posteriores. De cada leguminosa ou conjunto de espontânea foram separadas amostras (100 g cada) de matéria fresca acondicionadas em “sacolas de lambri” de 20 x 20 cm e malha de 2 mm, com disposição no campo sob a projeção da copa das plantas de café no mesmo dia corte. Estas sacolas de lambri foram coletadas aos 15, 30, 60, 120 e 240 dias. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em arranjo fatorial 2 x 4 x 5 (dois locais, 4 espécies de leguminosas e espontâneas) e 5 tempos) x 4 repetições, totalizando 160 unidades experimentais (= 160 sacolas de lambri).

Tabela 1. Características químicas e físicas dos solos na época da instalação dos experimentos na profundidade de 0-20 cm.

<i>Análise química</i>	<i>Araponga</i>	<i>Pedra Dourada</i>
pH em água (1:2,5)	5,24	5,04
Alumínio trocável (cmol _c /dm ³) ¹	0,47	0,59
Fósforo (mg/dm ³) ¹	1,00	2,92
Potássio (mg/dm ³) ¹	59,8	53,5
Cálcio (cmol _c /dm ³) ²	1,74	0,99
Magnésio (cmol _c /dm ³) ²	0,74	0,47
Carbono orgânico (g/kg) ³	29,0	36,8
Zinco (mg/dm ³) ¹	1,17	1,56
Ferro (mg/dm ³) ¹	40,7	14,7
Manganês (mg/dm ³) ¹	10,4	20,2
Cobre (mg/dm ³) ¹	0,50	0,38
Análise granulométrica		
Areia (%)	39	36
Argila (%)	52	45
Classe textural	Argiloso	Argilo

Métodos utilizados na análise:¹ - Mehlich-1; ²- Ca⁺², Mg⁺², Al⁺³ : KCl 1 mol L⁻¹; ³ - C org. Walkley Black. Fonte: MATOS, 2005.

2.2. Caracterização química e bioquímica dos adubos verdes

As amostras de material fresco foram secas em estufa, moídas e separadas por peneira de 2 mm. Foi determinado o C orgânico por YEOMANS & BREMNER (1988). Após a digestão nitro-perclórica (SARRUGE & HAAG, 1974) determinou-se os teores de P (BRAGA & DEFELIPO, 1994), K por fotometria de chama e Ca, Mg por espectrofotometria de absorção atômica.

Após extração com metanol, os polifenóis solúveis foram determinados (50%) por colorimetria, utilizando-se o reagente de Folin-Denis (Anderson & Ingram, 1996). Obteve-se os componentes da parede celular - lignina, celulose e hemicelulose - utilizando o método sequencial (VAN SOEST ET AL., 1991). Para tal, utilizou-se 2 mL de uma solução a 1% de amilase por amostra, na determinação de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). Por diferença, subtraindo da FDN a FDA, determinou-se os valores de hemicelulose no material analisado, em porcentagem da matéria seca. Subtraindo-se da FDA a lignina, determinou-se os teores de celulose.

2.3 Velocidade de decomposição dos adubos verdes

Os materiais acondicionados nas “sacolas de lambri” foram recolhidos aos 15, 30, 60, 120 e 240 dias, secos em estufa, pesados, moídos e separados por peneira de 2 mm. A partir do valor de matéria seca obtido, e tendo o valor da matéria seca no tempo zero, foram calculadas as porcentagens remanescentes em cada tempo (dias) de recolhimento das amostras.

2.4. Análises Estatísticas

Os dados de MS e a quantidade total de nutrientes dos adubos verdes dentro de cada local foram submetidos à análise de variância, empregando-se teste F a 5% de probabilidade. Para execução das análises, utilizou-se o programa SAEG.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Produção de biomassa na parte aérea de adubos verdes

Os dados de produção de biomassa, em kg. ha⁻¹ de matéria seca (MS), apresentam-se na Tabela 2. Os valores variaram entre 1,82 kg. ha⁻¹ (*L. purpureus*) e 2,92 kg. ha⁻¹

(*espontâneas*), na propriedade localizada em Araponga. Em Pedra Dourada, os valores variaram entre 1,46 kg. ha⁻¹ (*C. cajan*) e 2,36 kg. ha⁻¹ (*C. spectabilis*). A síntese da Análise de Variância encontra-se na Tabela 1, Anexo 1..

Há efeito de adubo verde e de local (p<0,01) na biomassa total produzida. A interação espécie x local também foi significativa (p<0,01). Em Araponga, obteve-se menor produção de MS com *L. purpureus* (1,82 kg.ha⁻¹), os demais adubos verdes não diferiram significativamente, inclusive as espontâneas. Em Pedra Dourada não foi observada diferença entre os adubos verdes.

Tabela 2. Produção de biomassa dos adubos verdes, expressa em kg. ha⁻¹ de matéria seca, nas propriedades de Araponga e Pedra Dourada.

Letras maiúsculas (colunas) representam comparações

Adubo verde	ARAPONGA	PEDRA DOURADA
<i>C. spectabilis</i>	2,75Aa	2,36Aa
<i>L. purpureus</i>	1,82Ba	2,01Aa
<i>C. cajan</i>	2,82Aa	1,46Ab
Espontâneas	2,92Aa	1,60Ab

de diferentes espécies em um mesmo local; letras minúsculas (linhas) representam comparações de uma mesma espécie em diferentes locais; letras iguais indicam não haver diferença significativa (teste Tukey a 5%).

O valor de MS observado para *C. cajan* em Araponga, de 2,82 ton.ha⁻¹, se mostra semelhante ao encontrado por Favero (2001), de 2,867 ton.ha⁻¹, e inferior ao encontrado por ALCÂNTARA (2000), que foi de 13,2 ton.ha⁻¹, e de ALVARENGA (1995), 17,9 ton.ha⁻¹. Os valores de MS encontrados para *C. spectabilis* são muito inferiores aos valores de 6,5 ton.ha⁻¹ encontrado por ALCÂNTARA (2000), e os valores de MS de *L. purpureus* são inferiores aos valores de 7,5 ton.ha⁻¹ encontrado por IBEWIRO (2000). Estas diferenças podem estar relacionadas a diferenças de local.

Quanto ao local, em Araponga a MS de *C. cajan* (2,82 kg. ha⁻¹) e MS de espontâneas (2,92 kg. ha⁻¹) foram maiores do que em Pedra Dourada (1,46 kg. ha⁻¹ e 1,60 kg. ha⁻¹,

respectivamente).Araponga está a uma altitude maior e apresenta diferenças edáficas (Tabela 1) como, por exemplo, solos com textura mais argilosa, o que pode influenciar na produção de biomassa do *C. cajan*.. Houve diferenças no teor de alguns nutrientes, por exemplo, P foi maior em Pedra Dourada e diferenças de correção dos solos no momento de implantação do experimento. Os dados não permitem atribuir com segurança a que se deve a diferença entre os dois locais. No que se refere às espontâneas, as diferenças podem estar relacionadas às espécies observadas em um e outro local (maior quantidade de espécies de folhas largas em Pedra Dourada – 70% de *Bidens pilosa*, picão preto- e de folhas estreitas em Araponga – 80% de *Digitaria insularis*, capim amargoso).

Para o agricultor, é importante a utilização de adubos verdes que tenham uma quantidade grande de biomassa no momento do corte destas espécies, com fins de fornecimento e ou ciclagem de nutrientes à cultura principal, como também para que haja cobertura do solo satisfatória, minimizando as perdas por erosão, principalmente em terrenos declivosos como os da Zona da Mata, e, em particular, como os das duas propriedades estudadas. Para o agricultor, pequenas diferenças (mesmo que não significantes de acordo com os testes adotados) podem ser importantes e neste caso, ele poderia então optar, no que se refere a produção de MS, em apenas manejar as espontâneas, em Araponga ou plantar *C. spectabilis* em Pedra Dourada. Outros fatores e não só a produção de biomassa estão envolvidos e influenciam a decisão do agricultor, como dificuldade de conseguir sementes, adaptação à cultura principal, dificuldades no manejo, qualidade do adubo verde e autonomia no manejo dos sistemas.

A opção de utilização de plantas do próprio sistema, como as espontâneas, diminuindo a utilização de sementes e outros insumos externos na área de produção, garante uma condição básica da sustentabilidade de sistemas agroecológicos, que é a autonomia. Além disto, a presença de plantas espontâneas em um agroecossistema pode produzir a mesma quantidade de MS que algumas leguminosas mais tradicionais, como as apresentadas na Tabela 2. Com as espontâneas, além da produção de biomassa há aumento e ou manutenção da diversidade no ambiente, devido a diversidade de espécies existentes.

3.2 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS ADUBOS VERDES

Os dados de composição química acumulada (kg/ha) na parte aérea dos adubos verdes, nas propriedades de Araçonga e Pedra Dourada, encontram-se na Tabela 3. Os teores de C variam de 723,78 kg/ha (espontâneas) a 1749,21 kg/ha (*C. spectabilis*) em Pedra Dourada. O N varia de 40,08 kg/ha (espontâneas) a 116,55 kg/ha (*C. spectabilis*), em Pedra Dourada. O P varia de 3,83 kg/ha (espontâneas) a 11,55 kg/ha (*C. spectabilis*), em Pedra Dourada. O K varia de 35,32 kg/ha (espontâneas) em Pedra Dourada a 53,62 kg/ha (espontâneas) em Araçonga. O Ca varia de 15,55 kg/ha (*C. cajan* em Araçonga) a 24,09 kg/ha (*C. spectabilis* em Araçonga). O Mg varia de 4,49 kg/ha (*L. purpureus*) a 11,07 kg/ha (*C. spectabilis*), em Pedra Dourada).

A síntese da Análise de Variância e os coeficientes de variação encontram-se na Tabela 2, Anexo 1. Há efeito de adubos verdes ($p < 0.01$) no teor de nutrientes para todos os elementos analisados, exceto Ca. Quanto ao local há efeito para N, Ca ($p < 0.01$) e K ($p < 0.05$); a interação local x espécie foi significativa também para N, Ca e K ($p < 0.01$).

Em Araçonga, os valores mais altos de C (kg/ha) foram encontrados em *C. spectabilis* (1609,07) e os valores mais baixos para *L. purpureus* (920,97), sendo que espontâneas e *C. cajan* não diferiram de nenhum dos dois outros adubos verdes; os valores de N (kg/ha) mais altos foram encontrados em *C. cajan* (108,66) que foi superior a *C. spectabilis* (91,49), *L. purpureus* (69,31) e espontâneas (55,86). Os valores em kg/ha de P (média 6,96 kg/ha), K (média = 51,08), Ca (média = 21,77) e Mg (média = 8,26) não diferiram entre os adubos verdes.

Em Pedra Dourada, o teor mais alto de C (kg/ha) foi encontrado em *C. spectabilis* (1749,21) que não diferiu de *C. cajan* (1235,95) e o teor mais baixo para espontâneas (723,78) que não diferiu de *C. cajan* e *L. purpureus* (937,23); o teor mais alto de N (kg/ha) também foi encontrado para *C. spectabilis* (116,55) que não diferiu de *C. cajan* (113,63) e *L. purpureus* (70,23). O teor mais baixo de N foi encontrado para espontâneas (40,08) que não diferiu de *L. purpureus*. O teor mais alto de P (kg/ha) foi encontrado em *C. spectabilis* (11,55) que se igualou a *C. cajan* (9,52), e o mais baixo em espontâneas (3,83) que se igualou *L. purpureus* (6,41), enquanto *C. cajan* e *L. purpureus* não diferiram entre si. O maior teor de Mg (kg/ha) foi encontrado em *C. spectabilis* (11,07) que se igualou a *C. cajan* (5,91) e espontâneas (5,87); o menor teor foi encontrado para *L. purpureus* (4,49) que

se igualou a *C. cajan* e espontâneas. Para os demais nutrientes não foram encontradas diferenças entre os adubos verdes (K, média = 41,93; Ca, média = 18,08).

Quanto ao local, houve diferença nos teores de C, K e Mg apenas para as espontâneas, que foram maiores em Araponga que em Pedra Dourada. Para o teor de P, *C. spectabilis* foi maior em Pedra Dourada. No que se refere às interações significativas, em Pedra Dourada, o teor de N para o conjunto dos adubos verdes é maior do que em Araponga, embora as espontâneas individualmente apresentem teores menores em Pedra Dourada. Já os teores de K e Ca são maiores em Araponga que em Pedra Dourada, exceto em *C. cajan* e *L. purpureus*. Como o teor de C, K e Mg por kg de adubo verde não diferem (dados não mostrados) de um local para o outro, as diferenças encontradas entre Araponga e Pedra Dourada estão na quantidade de MS produzida e não no teor de nutrientes nas plantas. A quantidade de N e P nas plantas (kg de nutrientes / kg de MS), apresentaram diferenças significativas ($p < 0.01$, dados não mostrados) de um local para outro. *C. spectabilis* apresentou percentagem menor de N e P em Araponga. Já as espontâneas apresentaram maiores teores de P em Araponga. As diferenças nos teores de P entre Araponga e Pedra Dourada ocorrem devido às diferenças entre as espécies presentes entre as duas propriedades. No que se refere a *C. spectabilis*, a mesma apresenta quantidades de MS altas e similares nos dois locais (Tabela 2), porém em Pedra Dourada o teor de P no solo foi originalmente três vezes maior do que em Araponga, mesmo com a adubação fosfatada. Esta condição natural pode estar interferindo na quantidade de N fixada pela *C. spectabilis*, já que se sabe que há interação entre P e performance de rizóbio (MARSCHNER, 1995).

No que se refere ao teor de nutrientes, as análises estatísticas não permitem apontar com segurança um adubo verde que sobressaiu em relação aos demais. De uma forma geral *C. spectabilis* apresentou maior teor de nutrientes, e *L. purpureus*, menor. Como para o agricultor pequenas diferenças podem ser importantes, ele certamente escolheria em Araponga no que se refere a N e P o *C. cajan*, em relação ao K o *C. cajan* e as espontâneas e em relação ao Ca e Mg as espontâneas. Já em Pedra Dourada, o agricultor certamente escolheria a *C. spectabilis* no que se refere ao N, P, Ca e Mg, e o *L. purpureus* em relação ao K. Por outro lado, o conjunto dos nutrientes é importante, assim como outros aspectos, já discutidos anteriormente. No que se refere aos nutrientes, todas as leguminosas e também

as espontâneas podem cumprir papéis específicos e que para potencializar os efeitos, nada melhor do que fazer o uso da diversidade.

Há influência de local no que se refere ao conteúdo de nutrientes nos adubos verdes, mas somente para a *C. spectabilis*, já que a composição das espontâneas difere de um local para outro, havendo predominância de espécies de folhas estreitas em Araponga e de folhas largas em Pedra Dourada, juntando os efeitos de local com espécies. As diferenças no que se refere ao teor de nutrientes, para *C. spectabilis*, assim como para a MS para *L. purpureus*, podem estar relacionadas a condições edáficas e climáticas, mas os resultados aqui apresentados não permitem assegurar qual é a relação.

3.3 Composição bioquímica dos adubos verdes

Os dados de composição bioquímica encontram-se na Tabela 4. Observa-se que há semelhança entre os teores de hemicelulose, celulose, lignina e polifenóis entre as espécies de um local e outro, e as diferenças ocorrem entre espécies de um mesmo local. No que se refere às leguminosas de Araponga o maior teor de hemicelulose foi para *C. cajan* (19,92 %), e o menor teor para *C. spectabilis* (11,65 %); o maior teor de celulose foi para *C. spectabilis* (38,47%), e *L. purpureus* e *C. cajan* apresentaram teores iguais (26,65 %); o maior teor de lignina foi para *C. cajan* (10,77 %) e menor para *L. purpureus* (6,75 %), muito similar a *C. spectabilis* (6,77 %); o maior teor de polifenóis foi para *L. purpureus* (1,62 %) e o menor em *C. spectabilis* (0,99%). Nas leguminosas de Pedra Dourada, o maior teor de hemicelulose foi para *L. purpureus* (19,50 %), mas muito próximo de *C. cajan* (18,69 %), e o menor teor para *C. spectabilis* (9,98 %); o maior teor de celulose foi para *C. spectabilis* (32,26 %) e menor para *C. cajan* (24,40 %); o maior teor de lignina foi para *C. cajan* (10,39 %) e menor para *C. spectabilis* (4,56 %); o maior teor de polifenóis foi para *L. purpureus* (1,59 %) e o menor para *C. spectabilis* (0,85 %). Em Araponga o teor de hemicelulose nas espontâneas é aproximadamente duas vezes maior do que nas espontâneas de Pedra Dourada. Diferenças entre as espontâneas era de se esperar, pois há diferenças entre a composição de espécies entre um local e outro. Para os demais componentes as diferenças não variam tanto entre os dois locais.

Em Araponga, a relação C/P foi maior para *C. spectabilis* (190,88) e menor para espontâneas (70,45); a relação C/N foi maior para as espontâneas (24,26) e menor para *C.*

cajan (12,96); a relação LG/N foi maior para espontâneas (4,85) e menor para *L. purpureus* (1,95); a relação LG/PP foi maior para *C. cajan* e menor para *L. purpureus*; a relação PP/N foi maior para espontâneas (0,68) e menor para *C. cajan* (0,33); a relação (LG+PP)/N foi maior para espontâneas (5,53) e menor para *L. purpureus* (2,42). Já em Pedra Dourada, C/P e C/N foram maiores para espontâneas (187,93 e 18,64 respectivamente) e menores para *C. cajan* (128,85 e 10,78 respectivamente); LG/N foi maior para espontâneas (5,16) e menor para *C. spectabilis* (1,28); LG/PP foi maior para *C. cajan* (10,51) e menor para *C. spectabilis* (5,33); PP/N foi maior para espontâneas (0,66) e menor para *C. cajan* (0,22); (LG+PP)/N foi maior para espontâneas (5,82) e menor para *C. spectabilis* (1,52).

Com base na classificação de PRAVEEN-KUMAR et. al (2003), todas as leguminosas devem apresentar altas taxas de decomposição. Estes autores classificaram os resíduos vegetais a partir da relação C/N e LG/N apresentadas por eles. Sendo assim, resíduos com relação C/N menor que 18 e LG/N menor que 5, como *C. spectabilis*, *L. purpureus* e *C. cajan*, em ambas propriedades, podem ser classificadas como de rápida decomposição.

De acordo com PRAVEEN-KUMAR et. al (2003), resíduos com relação C/N entre 18 e 27, e LG/N entre 5 e 7, como é o caso das espontâneas em ambas as localidades, podem ser classificados como de taxa moderada de decomposição. Assim, pode-se prever que o tempo de liberação de nutrientes para o solo das espontâneas será maior do que das leguminosas, principalmente de N, pela possível complexação de alguns tipos de polifenóis com proteínas. Contudo, as espontâneas poderão ter maior contribuição no aumento da MOS do solo. Estes valores encontrados para espontâneas são semelhantes aos observados por FAVERO (1998), onde a relação C/N para a maioria das espécies espontâneas analisadas variou entre 17 e 53. Já para as leguminosas *Cajanus cajan*, *Dolichus lablab*, *Mucuna aterrina*, *Canavalia ensiformes* e *Canavalia brasilienses* estudadas pelo mesmo autor, a relação C/N variou de 9,25 a 17,61, condizendo também com os valores encontrados no presente estudo.

Tabela 3. Composição química acumulada na parte aérea dos adubos verdes nas propriedades de Araponga e Pedra Dourada

<i>Adubo verde</i>	<i>C</i>	<i>N</i>	<i>P</i>	<i>K</i>	<i>Ca</i>	<i>Mg</i>
Kg.ha⁻¹						
ARAPONGA						
<i>C. spectabilis</i>	1609,07Aa	91,49ABa	8,17Ab	48,99Aa	24,09Aa	9,46Aa
<i>L. purpureus</i>	920,98Ba	69,31ABa	6,50Aa	48,37Aa	22,20Aa	5,99Aa
<i>C. cajan</i>	1394,41ABa	108,66Aa	8,46Aa	53,33Aa	15,55Aa	6,57Aa
Espontâneas	1364,03ABa	55,86Ba	4,73Aa	53,62Aa	25,22Aa	10,99Aa
PEDRA DOURADA						
<i>C. spectabilis</i>	1749,21Aa	116,55Aa	11,55Aa	40,22Aa	23,37Aa	11,07Aa
<i>L. purpureus</i>	937,23Ba	70,23ABa	6,41BCa	48,95Aa	20,56Aa	4,49Ba
<i>C. cajan</i>	1235,95ABa	113,63Aa	9,52ABa	43,23Aa	15,79Aa	5,91ABa
Espontâneas	723,78Bb	40,08Ba	3,83Ca	35,32Ab	16,57Aa	5,87ABb

Letras maiúsculas representam comparações entre espécies em uma mesmo local; letras minúsculas representam comparações da mesma espécie em diferentes locais.

Tabela 4. Composição bioquímica da parte aérea dos adubos verdes nas propriedades de Araponga e Pedra Dourada

<i>Adubo verde</i>	<i>HM</i>	<i>CL</i>	<i>LG</i>	<i>PP</i>	<i>C/P</i>	<i>C/N</i>	<i>LG/N</i>	<i>LG/PP</i>	<i>PP/N</i>	<i>(LG+PP)/N</i>
ARAPONGA										
<i>C. spectabilis</i>	11,65	38,47	6,77	0,99	190,88	17,45	2,40	6,81	0,35	2,75
<i>L. purpureus</i>	18,10	26,65	6,75	1,62	142,88	13,28	1,95	4,16	0,47	2,42
<i>C. cajan</i>	19,92	26,65	10,77	1,39	165,59	12,96	2,55	7,77	0,33	2,88
Espontâneas	20,92	29,54	9,27	1,31	70,45	24,26	4,85	7,10	0,68	5,53
PEDRA DOURADA										
<i>C. spectabilis</i>	9,98	32,26	4,56	0,85	152,84	15,06	1,28	5,33	0,24	1,52
<i>L. purpureus</i>	19,50	28,92	6,38	1,06	142,61	13,05	1,82	6,03	0,30	2,12
<i>C. cajan</i>	18,69	24,40	10,39	0,98	128,85	10,78	2,27	10,51	0,22	2,49
Espontâneas	9,91	36,11	12,38	1,59	187,93	18,64	5,16	7,81	0,66	5,82

HM= hemicelulose; CL = celulose; LG = lignina e PP = polifenóis totais solúveis

3.4 Taxa de decomposição de adubos verdes

Os dados de decomposição dos adubos verdes aos 15, 30, 60, 120 e 240 dias após o corte encontram-se na Figura 2. Em Araponga, o decaimento ao longo do período de avaliação de *C. spectabilis* foi de 80 a 54,32 %, de *L. purpureus* foi de 82,02 a 39,98 %, de *C. cajan* foi de 80,67 a 56,93 % e espontâneas foi de 90,17 a 24,73 %. Em Pedra Redonda, o decaimento de *C. spectabilis* foi de 81,51 a 35,13 %, de *L. purpureus* foi de 66,04 a 34,68 %, de *C. cajan* foi de 77,70 a 40,93 % e espontâneas foi de 48,74 a 14,88 %.

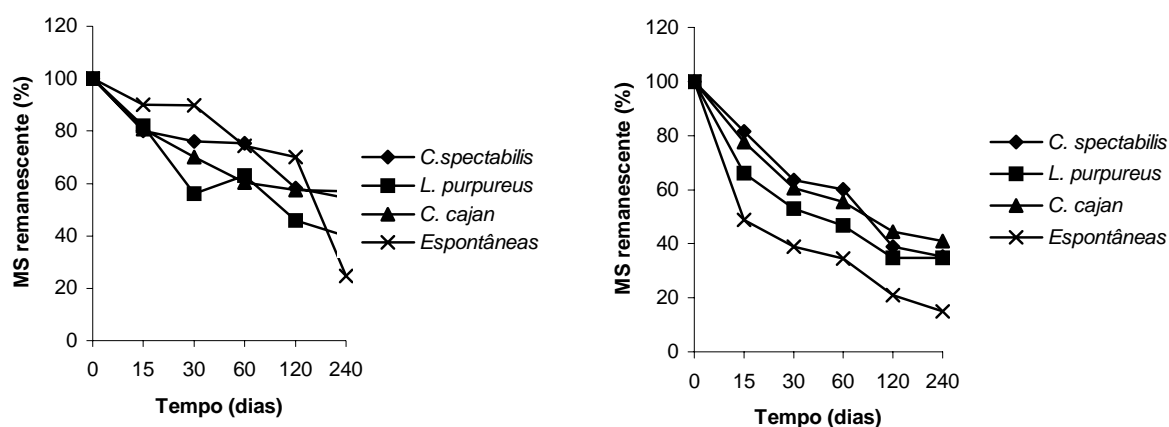


Figura 2 – MS remanescente de adubos verdes em Araponga e Pedra Dourada, respectivamente, ao longo de 240 dias.

A síntese da Análise de Variância e o coeficiente de variação encontram-se na Tabela 4, Anexo 1. Os teores de MS remanescente diferem ($p < 0.01$) quanto aos adubos verdes, local, tempo, interação adubo verde x local, adubo verde x tempo e adubo verde x tempo x local. Em Araponga, aos 15 dias e aos 60 dias não houve diferença na porcentagem de MS remanescente entre os quatro adubos verdes. Aos 15 dias, em Pedra Dourada, a porcentagem de MS remanescente foi menor ($p < 0,05$) para as espontâneas. Aos 240 dias, em Araponga, o teor de MS remanescente de *C. cajan* foi igual de *C. spectabilis* e maior que *L. purpureus*. Crotalária foi igual *L. purpureus* e maior que espontâneas, igual por sua vez a *L. purpureus*. Em Pedra Dourada apenas o teor de espontâneas diferiu e foi o menor de todos.

A taxa de decomposição "k", a partir dos valores de MS remanescentes encontra-se na Tabela 5. As taxas K, foram semelhantes entre as três leguminosas dentro de cada

propriedade, sendo superiores às espontâneas nos dois locais. Os valores de “k” variaram de 0,002340 a 0,001744 (*C. spectabilis* e espontâneas, respectivamente, a $p < 0,01$), em Araponga, e em Pedra Dourada de 0,005024 a 0,002027 (*L. purpureus* e espontâneas, respectivamente, a $p < 0,01$). Todos os valores encontrados para “k” em Araponga foram menores do que em Pedra Dourada, indicando que a taxa de decomposição em Araponga foi menor do que em Pedra Dourada. Atribui-se este fato às diferenças edafoclimáticas entre os dois locais, como também à composição bioquímica. Já para o tempo de meia-vida, os valores encontrados para as espontâneas (37,57 em Araponga e 24,19 em Pedra Dourada) foram muito inferiores ao das leguminosas, indicando que o tempo necessário para que metade da MS seja decomposta é bem menor para estas espécies do que para os outros adubos estudados.

As correlações entre a composição bioquímica e a taxa de decomposição dos adubos encontram-se na Tabela 6. No que diz respeito ao teor de hemicelulose, o valor foi de 0,52 aos 120 dias; para C/N, -0,51 aos 240 dias; para LG/N, -0,63 aos 240 dias; para PP/N, -0,65 aos 240 dias; e para (LG+PP)/N, -0,64 também aos 240 dias. Em geral, os maiores valores para estes compostos foram encontrados em Araponga, onde também a taxa de decomposição foi menor, indicando uma decomposição mais lenta dos materiais estudados que em Pedra Dourada.

O maior decaimento aconteceu em momentos diferentes, em cada propriedade, e para cada adubo (Figura 2). Em Araponga, entre zero e 15 dias o decaimento ficou entre 10 e 20 % para todos os adubos verdes. Após este período, para *C. spectabilis* foi verificado decaimento aos 120 dias, para *L. purpureus* isto foi verificado aos 30 dias, para *C. cajan* isto foi verificado aos 60 dias e para espontâneas isto foi verificado aos 120 dias. Já em Pedra Dourada, entre zero e 15 dias o decaimento ficou entre 50 e 20 %, aproximadamente, para todos os adubos verdes, sendo que a maior queda se deu para as espontâneas. Após o período inicial, para *C. spectabilis* foi verificado decaimento aos 30 dias; para *L. purpureus* isto foi verificado aos 60 dias, para *C. cajan*, aos 30 dias e para espontâneas, aos 120 dias.

Tabela 5 - Estimativa dos parâmetros (a , k) da equação de decomposição e do tempo de meia vida ($t_{1/2}$) para os adubos verdes em Araponga e Pedra Dourada.

<i>Adubo verde</i>	<i>a (g)</i>	<i>k (dias⁻¹)</i>	<i>R²</i>	<i>t_{1/2}</i>
ARAPONGA				
<i>C. spectabilis</i>	33,20833	0,002340**	0,9691	95,2569
<i>L. purpureus</i>	35,79823	0,002250**	0,9762	68,61385
<i>C. cajan</i>	43,82603	0,002054**	0,9796	93,20138
Espontâneas	7,455068	0,001744**	0,9935	37,57888
PEDRA DOURADA				
<i>C. spectabilis</i>	22,74195	0,004799**	0,9489	111,1442
<i>L. purpureus</i>	18,13855	0,005024**	0,9600	115,797
<i>C. cajan</i>	26,98055	0,004818**	0,9264	130,0713
Espontâneas	11,17067	0,002027**	0,9871	24,19796

**Significativo a 1 % de probabilidade, pelo teste T.

Pelos resultados, as leguminosas tanto em Araponga quanto em Pedra Dourada não apresentam diferenças marcantes quanto à facilidade de decomposição, a exceção para *L. purpureus*, em Araponga, que se decompôs mais facilmente ao longo do período de avaliação e ao final apresentou o menor conteúdo de MS remanescente. Observa-se pela Tabela 4, que a relação PP/N de *L. purpureus* é maior do que das outras leguminosas, favorecendo a decomposição deste material a curto prazo, fato este confirmado quando analisamos os teores de MS remanescente, que foram menores para esta leguminosa em todo o período de avaliação. Além disto, ao observarmos a constante de decomposição "k", confirmamos que para esta leguminosa os valores são mais altos, e então a taxa de decomposição foi maior. Em Araponga, até os 120 dias, as espontâneas apresentam maiores teores de MS remanescente, ou seja, maior dificuldade de decomposição, o que está de acordo com os critérios propostos por Praveen-Kumar et. al (2003), ou seja C/N < 18 e LG/N < 5, além disto as espontâneas apresentam os menores valores das relações C/P e maiores das relações LG/PP e LG+PP/N (Tabela 4). A queda brusca dos 120 aos 240 dias (aproximadamente 70%) pode ser atribuída a um determinado material e ou espécie presente no conjunto de espontâneas coletadas para a composição da sacola de lambri referente à coleta de 240 dias, ser diferente dos demais. Além disso, apesar deste período de avaliação (entre 120 e 240 dias) ser uma época normalmente seca, o microclima possivelmente mais úmido onde estava inserida a (s) sacola (s) pode ter influenciado nos

resultados. Um outro aspecto a ser considerado é o momento de instalação do experimento, que se deu durante o período das chuvas, e a coleta foi feita no início do período chuvoso, ou seja, o material vegetal ficou a campo durante o período seco. Em especial para as espontâneas, que são manejadas em diferentes épocas do ano e estão representadas em diferentes espécies numa propriedade agroecológica, pode haver diferentes velocidades de decomposição. Para *L. purpureus* o maior decaimento se deu entre 15 e 30 dias, período este que constou de maior precipitação ao longo dos meses de avaliação (fevereiro a outubro – Figura 1).

Tabela 6 – Coeficientes de correlação (*r*) entre as taxas de decomposição e a composição bioquímica de adubos verdes.

<i>Tempo (dias)</i>	<i>HM</i>	<i>CL</i>	<i>LG</i>	<i>PP</i>	<i>C/P</i>	<i>C/N</i>	<i>LG/N</i>	<i>LG/PP</i>	<i>PP/N</i>	<i>(LG+PP)/N</i>
----- <i>r</i> -----										
15	0,43	-0,36	-0,41	-0,28	-0,56 ⁰	0,09	-0,33	-0,17	-0,21	-0,32
30	0,37	-0,05	-0,18	-0,28	-0,54 ⁰	0,47	0,05	0,03	0,05	0,05
60	0,24	-0,001	-0,39	-0,26	-0,37	0,30	-0,18	-0,19	-0,05	-0,17
120	0,52 ⁰	-0,18	-0,08	-0,10	-0,51 ⁰	0,35	0,03	0,03	0,06	0,04
240	0,21	-0,18	-0,25	-0,29	0,29	-0,51 ⁰	-0,63*	0,02	-0,65*	-0,64*

**Significativo a 1 % de probabilidade, pelo teste T.

O valor de *L. purpureus* aos 60 dias apresentou-se maior que aos 30 dias, o que pode ser considerado como um erro experimental ocorrido devido ao acúmulo de solo no material na hora da pesagem, porém na análise estatística, não houve diferença significativa entre os valores encontrados nestas duas coletas, não ocorrendo então decaimento de MS entre 30 e 60 dias neste material.

O maior decaimento ocorrido no período inicial, em especial em Pedra Dourada, é esperado, pois é quando ocorre uma maior perda de compostos solúveis de mais fácil decomposição (LUPWAYI et al., 2004).

Os valores de MS em todo o período de avaliação foram menores em Pedra Dourada, fato este explicado pela menor altitude do local (690 m), temperaturas médias locais

maiores, e com a face de exposição ao sol do experimento ao sul, com maior umidade nas entrelinhas do cafeeiro, favorecendo a decomposição dos adubos verdes.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As plantas espontâneas apresentaram-se com resultados semelhantes aos das leguminosas no que diz respeito à composição química no material, apesar de terem comportamentos diferentes das leguminosas quanto à taxa de decomposição.

As taxas de decomposição dos adubos verdes foram maiores em menor altitude (690 m), maior temperatura média (20,90C), solo argilo-arenoso e em adubos com menores relações C/N, LG/PP, PP/N e (LG+PP)/N.

Embora o conjunto de espontâneas seja composto de diferentes espécies em cada local, elas possuem menores taxas de decomposição em relação às leguminosas, indicando menor taxa de liberação de nutrientes, porém uma provável maior formação de matéria orgânica no solo.

É importante que haja a utilização e a interação de vários adubos verdes, combinando a velocidade de decomposição dos mesmos com as necessidades da cultura principal e aos objetivos do agricultor, seja para fins de adubação como para cobertura do solo e manutenção da diversidade no agroecossistema.

CAPÍTULO 3

MINERALIZAÇÃO DE CARBONO E NITROGÊNIO EM ADUBOS VERDES SOB DIFERENTES CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS NA ZONA DA MATA DE MINAS GERAIS

RESUMO

Em sistemas agroecológicos de produção, a disponibilidade de nutrientes para a cultura principal e para o agroecossistema como um todo é um dos principais fatores limitantes. Sendo assim, a utilização de técnicas e estudos que permitam o incremento da ciclagem de nutrientes e manutenção da biodiversidade é imprescindível. No presente estudo, objetivou-se o aprofundamento da dinâmica de mineralização de C e N das leguminosas *Crotalaria spectabilis*, *Lablab purpureus*, *Cajanus cajan* e de um conjunto de plantas espontâneas, e as relações com a taxa de decomposição e qualidade destes materiais vegetais em dois municípios (Araponga e Pedra Dourada). Nos dois municípios os maiores teores de C-CO₂ acumulados foram encontrados para *C. cajan*, e os menores para as espontâneas, este último podendo estar associado à maiores taxas de hemicelulose destas espécies. Os valores totais de C-CO₂ foram maiores numa maior altitude. Em relação à dinâmica de N, houve predomínio de mineralização de N. Os maiores valores de N total mineralizado foram encontrados para *C. cajan*, em ambas localidades, e os menores valores para espontâneas. Os valores em geral foram maiores em Pedra Dourada que em Araponga, diferença esta que pode ser atribuída às diferenças edafoclimáticas. Pode-se concluir que a mineralização de C é influenciada pela relação lignina/polifenóis, e a mineralização de N pelo teor de polifenóis e pelas relações C/N, LG/N, PP/N e (LG+PP)/N. O comportamento das espontâneas foi distinto das leguminosas, mas de relevância em médio prazo, num sistema agroecológico que valorize a diversidade e o incremento da ciclagem de nutrientes.

1. INTRODUÇÃO

A disponibilidade de nutrientes para as plantas cultivadas é uma das principais dificuldades no cultivo agroecológico de café pelos agricultores familiares da região da Zona da Mata. Em geral, necessita-se de grandes aportes de adubos orgânicos a base de esterco (puro ou na forma de composto) para suprir as exigências nutricionais da lavoura, localizadas em ambientes em geral de baixa fertilidade natural. Estes adubos orgânicos nem sempre estão disponíveis nas propriedades na quantidade necessária. Dentro do princípio agroecológico de autonomia, onde os insumos utilizados devem ser provenientes da propriedade ou o mais próximo a ela (ALTIERI, 2002), o uso de adubos verdes tem sido apontado como uma prática agroecológica importante a fim de incrementar a ciclagem de nutrientes nos agroecossistemas. Pode-se conceituar adubação verde como a utilização de plantas em rotação, sucessão ou consorciação com as culturas, incorporando-as ao solo ou deixando-as na superfície, visando-se à proteção, bem como a manutenção e melhoria das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (CALEGARI *et al.*, 1992).

Dentre os adubos verdes, as leguminosas têm tido especial atenção, em função da capacidade das mesmas em fixar o N_2 atmosférico em simbiose com *Rhizobium*. Grande aporte de N fixado é então disponibilizado para as plantas, em especial para plantas cultivadas, incrementando a ciclagem de nutrientes, essencial para a sustentabilidade de um agroecossistema. Várias espécies tem sido cultivadas como adubos verdes, entre elas *Cajanus cajan* (guandu), *Crotalaria spectabilis* (crotalária), *Lablab purpureus* (labe-labe), porém as plantas não cultivadas, leguminosas ou não, denominada espontâneas, nativas, ou mais pejorativamente ervas daninhas, podem constituir importantes fontes de adubos verdes (FAVERO, 1998).

Para que os adubos verdes possam ser utilizados com eficiência na ciclagem de nutrientes em sistemas agroecológicos de produção, é fundamental o entendimento da dinâmica de decomposição e liberação dos nutrientes destes materiais orgânicos no solo. A taxa de decomposição dos resíduos vegetais e a liberação de nutrientes são influenciadas por fatores como umidade, temperatura, evapotranspiração e quantidade e qualidade do material vegetal (THOMAS e ASAKAWA, 1993). A qualidade é caracterizada pela natureza física e composição química dos resíduos, levando-se em consideração os teores de N, C, P, lignina e polifenóis e as relações lignina/N e (lignina+polifenóis)/N,

lignina/polifenóis, polifenóis/N (FOX et al., 1990, PALM e SANCHEZ, 1991; THOMAS e ASAKAWA, 1993; HANDAYANTO et al., 1995).

As leguminosas, por apresentarem uma estreita relação C:N e um maior conteúdo de N e C solúveis em água (GIACOMINI et al. 2000), em geral são rapidamente decompostas, liberando a maior parte dos nutrientes dos resíduos nos primeiros 30 dias após o seu manejo (DA ROS & AITA, 1996). Por outro lado, as gramíneas caracterizam-se pela elevada relação C:N da palhada o que resulta numa menor taxa de decomposição e menor taxa de liberação dos nutrientes. Mas os padrões de mineralização de N e decomposição dos resíduos vegetais adicionados ao solo e que estão diretamente relacionados com a ciclagem de nutrientes, não são definidos apenas pela relação C:N, mas também pelos outros componentes da planta e suas relações. HANDAYANTO et al. (1995), estudando o efeito do N sobre a qualidade de alguns resíduos, verificaram que, com a adição de N, não houve aumento na concentração de N, mas diminuiu a concentração de polifenóis e a relação C:N dos resíduos estudados. Além disso, observou-se também que a mineralização de N era controlada pela concentração inicial de N ou pela relação C:N desses resíduos, apenas se os resíduos apresentarem pouca variabilidade nos teores de lignina e polifenóis. E ainda observou que a concentração de N, lignina, polifenóis e relação C/N não foram suficientes para explicar as diferenças na taxa de mineralização de N, e que a relação (lignina+polifenóis)/N seria o fator mais consistente.

A taxa de decomposição dos materiais orgânicos do solo dependem da atividade de microrganismos e pode ser avaliada a partir da atividade destes. Para tal a quantidade de CO₂ liberada pela respiração microbiana tem sido utilizada. Os microrganismos do solo degradam os resíduos orgânicos, para obter energia para seu crescimento e manutenção. Durante a degradação aeróbica, os produtos finais das reações são CO₂ e água. Desse modo, a evolução de CO₂ pode ser usada como medida da atividade microbiana e indicadora da quantidade de material decomposto, embora parte do substrato decomposto também tenha sido utilizado para a síntese microbiana (MONTEIRO, 2002). A mineralização de N também é utilizada para avaliar indiretamente a atividade dos microrganismos, já que a mineralização depende da atividade dos microrganismos do solo.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a atividade metabólica dos microrganismos a partir da evolução de C-CO₂, e a mineralização de nitrogênio, em

condições de temperatura e umidade controladas, das leguminosas *Cajanus cajan* (guandu), *Crotalaria spectabilis* (crotalária), *Lablab purpureus* (labe-labe) e de um conjunto de plantas espontâneas, cultivadas sob duas condições edafoclimáticas na Zona da Mata de Minas Gerais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização dos experimentos

Os estudos foram realizados em duas unidades experimentais instaladas em propriedades de agricultores familiares, nos municípios de Araponga e Pedra Dourada, localizados na região da Zona da Mata de Minas Gerais, no período de dezembro de 2003 a abril de 2004. As unidades experimentais foram instaladas em parceria com a EPAMIG (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais)/Centro Tecnológico da Zona da Mata e CTA-ZM (Centro de Tecnologias Alternativas da Zona da Mata). Em Araponga, a propriedade situa-se a 20° 38' de latitude sul e 42° 31' de longitude oeste, a uma altitude média de 950 m, temperatura média mínima e máxima anual de 13,7 e 25,4°C, respectivamente e precipitação de 1320,2 mm (Figura 1). A área do experimento apresenta exposição solar oeste, recebendo maior insolação à tarde e com tendência a tornar o solo mais duro e ressecado (LIMA et al., 2002). Em Pedra Dourada, a propriedade situa-se a 20° 50' de latitude sul e 42° 08' de longitude oeste, com altitude média de 690 m, temperatura média mínima e máxima anual de 15,2 e 26,6°C, respectivamente, e precipitação de 1277,3 mm (Figura 1). A área do experimento apresenta exposição solar sul, recebendo menor quantidade de insolação direta, sendo, portanto, mais fria e sombreada (LIMA et al, 2002).. Quando da implantação dos experimentos, as áreas encontravam-se em fase de formação de lavoura orgânica de café (terceiro ano pós-plantio). O plantio de leguminosas (*C. spectabilis*, *L. purpureus*, *C. cajan*) ocorreu nas entrelinhas da lavoura do café. Antes do plantio das leguminosas, os solos foram corrigidos e fertilizados de acordo com as recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo para o Estado de Minas Gerais (Fontes, 1999). Em Araponga foram aplicados 0,26 t ha⁻¹ de calcário e 64, 125 e 800 kg ha⁻¹ de gesso, sulfato de potássio e termofosfato, respectivamente. Em Pedra Dourada utilizou-se

1,20 t ha⁻¹ de calcário e 300, 125 e 800 kg ha⁻¹ de gesso, sulfato de potássio e termofosfato, respectivamente.

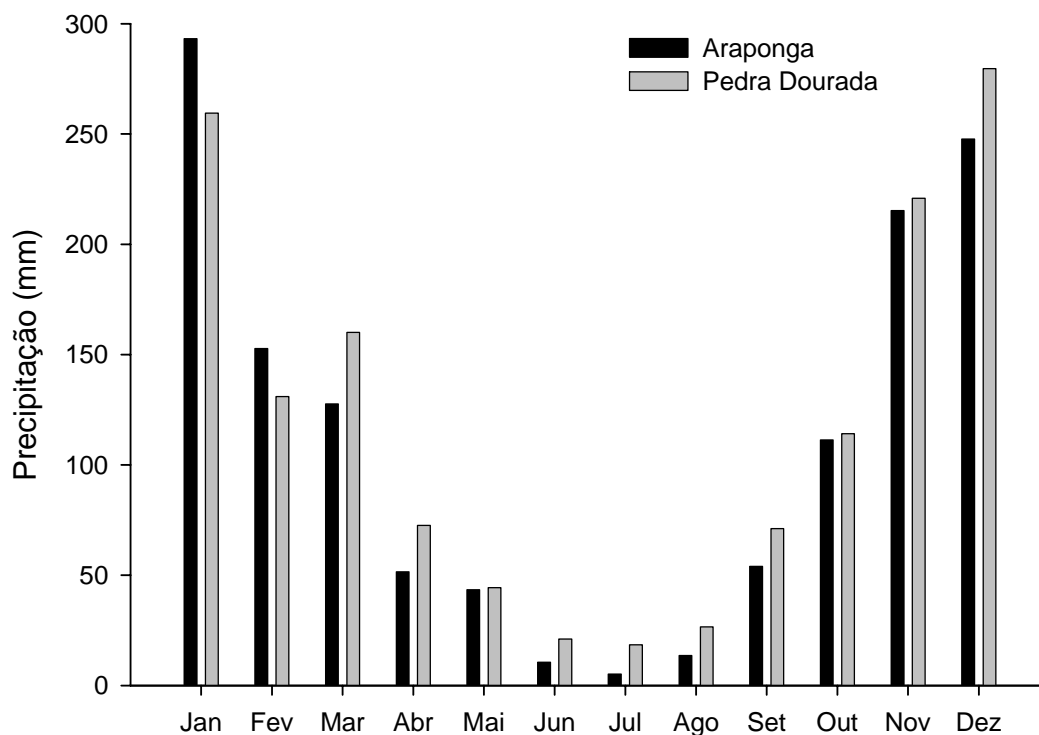


Figura 1 – Precipitação ao longo do ano nas Sub-bacias do Rio Doce e Paraíba do Sul, região onde localizam-se as propriedades de Araponga e Pedra Dourada (média de 12 anos). Fonte: ANA – Agência Nacional de Águas (Matos, 2005).

Para a coleta da vegetação espontânea, utilizou-se um sistema de café agroecológico, ao lado da área do experimento. Foram escolhidas as áreas para a instalação de quatro parcelas, uma com sombra, outra exposta ao sol, uma com o solo mais fértil, e outra com solo menos fértil (as duas últimas a partir das observações do agricultor). Estas espécies foram identificadas no momento do corte.

O solo de Araponga possui textura argilosa e de Pedra Dourada textura argilo-arenosa. Em ambas localidades os solos foram classificados como Latossolo Vermelho-Amarelo. As características químicas e físicas do solo quando da instalação dos experimentos são apresentadas na Tabela 1.

Os tratamentos foram dois locais de cultivo de café orgânico (Araponga e Pedra Dourada), três espécies de leguminosas (C. cajan, C. spectabilis e L. purpureus), e o

conjunto de plantas espontâneas, de agora em diante denominada apenas espontâneas. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em arranjo fatorial 2 x 4 (2 locais, 3 espécies de leguminosas e 1 conjunto de espontâneas) x 4 repetições, totalizando 32 unidades experimentais.

Tabela 1. Características químicas e físicas dos solos na época da instalação dos experimentos na profundidade de 0-20 cm.

<i>Análise química</i>	<i>Araponga</i>	<i>Pedra Dourada</i>
pH em água (1:2,5)	5,24	5,04
Alumínio trocável (cmol _c /dm ³) ¹	0,47	0,59
Fósforo (mg/dm ³) ¹	1,00	2,92
Potássio (mg/dm ³) ¹	59,8	53,5
Cálcio (cmol _c /dm ³) ²	1,74	0,99
Magnésio (cmol _c /dm ³) ²	0,74	0,47
Carbono orgânico (g/kg) ³	29,0	36,8
Zinco (mg/dm ³) ¹	1,17	1,56
Ferro (mg/dm ³) ¹	40,7	14,7
Manganês (mg/dm ³) ¹	10,4	20,2
Cobre (mg/dm ³) ¹	0,50	0,38
Análise granulométrica		
Areia (%)	39	53,5
Argila (%)	52	37,5
Classe textural	Argiloso	Argilo-arenoso

¹ - Mehlich-1; ² - Ca⁺², Mg⁺², Al⁺³ : KCl 1 mol L⁻¹; ³ - C org. Walkley Black.

Fonte: Matos 2005.

Ao atingir o estágio de floração, 120 dias após o plantio, foram coletadas as partes aéreas dos adubos verdes para a quantificação da massa fresca do material, e uma amostra de cada material foi utilizada para determinação da umidade e análises químicas posteriores. Ao mesmo tempo, coletou-se a parte aérea das espontâneas, onde a grande maioria também estava no estágio de floração, e desse material foram feitas as mesmas análises.

2.2 Evolução de CO₂

Para a evolução do CO₂, também chamada de respirometria, utilizou-se a metodologia descrita por Mendonça & Matos (2005). Foi usado material vegetal da colheita, seco e moído, e amostra de solo retirado do horizonte B de um Latossolo Vermelho-Amarelo, com textura argilosa e características químicas apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Características químicas do solo utilizado na incubação dos adubos verdes

<i>Análise química</i>	<i>Valores</i>
pH em água (1:2,5)	4,2
Alumínio trocável (cmol _c /dm ³) ¹	1,37
Fósforo (mg/dm ³) ¹	0,50
Potássio (mg/dm ³) ¹	11,0
Cálcio (cmol _c /dm ³) ²	nd
Magnésio (cmol _c /dm ³) ²	0,03
Carbono orgânico (g/kg) ³	20,0
Análise granulométrica	
Areia (%)	30
Argila (%)	64

¹ - Mehlich-1; ² - Ca⁺², Mg⁺², Al⁺³ : KCl 1 mol L⁻¹; ³ - C org. Walkley Black e nd – não detectado Fonte: Matos, 2005.

Pesou-se 100g de TFSA, com solo e a quantidade de material vegetal equivalente a 2 g de C em recipientes plásticos de 500 cm³, com fechamento hermético e ajuste da umidade para 80% da capacidade de campo. Adicionou-se em cada recipiente, sobre a mistura solo+ material vegetal, um copo plástico contendo 30 ml de solução NaOH 0,5 mol.L⁻¹ para captura do CO₂. Incubou-se a 25⁰ C ± 1⁰ C. Após 24 horas, retirou-se o frasco contendo NaOH, pipetou-se 10 ml da solução para erlenmayer de 125 mL, adicionou-se 10 mL de BaCl₂ 0,05 mol.L⁻¹ e 3 gotas de fenolftaleína, titulou-se com solução HCl 0,25 mol.L⁻¹. Deixou o frasco aberto por aproximadamente 15 minutos, e em seguida colocou

um copo plástico contendo 30 ml de nova solução NaOH 0,5 mol.L⁻¹. Foram feitas leituras em 24 , 48, 72, 168, 264, 360, 456 e 552 horas.

A evolução de C-CO₂, expressa em função do tempo (horas), sofreu ajuste por uma equação logística, de acordo com o modelo estatístico:

$$Y_i = \frac{a}{1 + e^{-(b+ct_i)}} + \varepsilon_i$$

O parâmetro *a* caracteriza a saturação, *b* refere-se ao tempo transcorrido até se atingir a saturação na evolução de C-CO₂. O parâmetro de crescimento da função *c* indica a constante de evolução de C-CO₂, que se relaciona com a constante de mineralização. A magnitude dos parâmetros *a* e *b* refletem a degradabilidade do resíduo e a atividade microbiana. Por sua vez, *t* é o tempo e ε , o erro aleatório. O *t*_{1/2}, que reflete o tempo necessário para atingir metade da saturação de C-CO₂, foi calculado a partir da equação: *t*_{1/2} = -*b*/*c*.

Cálculo do CO₂ evoluído:

O CO₂ é igual a C-CO₂ mg/100 cm³ de solo, durante o intervalo de tempo utilizado no monitoramento da amostra e foi calculado utilizando a fórmula abaixo:

$$\text{C-CO}_2 \text{ (mg)} = (\text{B-V}) \times \text{M} \times 6 \times (\text{v1/v2})$$

B = Volume do HCl no branco (mL)

V= volume de HCl gasto na amostra (mL)

M= molaridade do HCl (mol.L⁻¹)

6= peso equivalente do carbono

v1= volume total de NaOH usado na captura do CO₂ (mL)

v2= volume de NaOH usado na titulação (mL)

A quantidade total de C-CO₂ produzido é igual ao somatório dos valores obtidos durante cada amostragem.

2.3. Mineralização líquida de nitrogênio

Para este ensaio, foram utilizados os mesmos materiais orgânicos empregados para o ensaio de respirometria, assim como o solo. Uma massa de cada material orgânico, equivalente a 2 g de carbono, foi misturada a 100 cm³ de solo (Tabela 2) e acondicionada em potes plásticos de 250 ml, em laboratório. Paralelamente, foram acondicionadas (???) amostras de solo sem adição do material orgânico, para possibilitar a avaliação do efeito do material sobre a mineralização de N do solo. Também foram (acondicionadas amostras de solo sem incubação) e sem adição de resíduo vegetal, as quais consistiram no tempo zero. Os tratamentos foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. A umidade do solo foi elevada a 80 % de sua capacidade de campo. A avaliação da mineralização de nitrogênio foi realizada por meio de amostragens semanais de nitrogênio amoniacal (N-NH₄⁺, KEMPERS e ZWEERS, 1986) e nítrico (N-NO₃⁻, YANG et al., 1998) determinados colorimetricamente, por um período de sete semanas.

A mineralização líquida, a cada sete dias, foi calculada pela variação entre os teores iniciais (da primeira leitura) e finais de N inorgânico (N-NH₄⁺ + N-NO₃⁻).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Evolução de CO₂

Os valores da evolução de C-CO₂ após 24, 48, 72, 168, 264, 360, 456 e 552 horas estão apresentados na Tabela 3 e na Figura 2. Na Tabela 4 encontra-se a estimativa dos parâmetros (a, b e c) da equação logística de evolução de CO₂ e do tempo de meia vida (t_{1/2}) para adubos verdes em Araponga e Pedra Dourada.

Em todas as avaliações, nas duas localidades, *C. cajan* apresentou os maiores teores de C-CO₂ (mg) e as espontâneas os menores teores², exceção em Araponga, onde aos 456 e 556 dias e em Pedra Dourada aos 264 dias *C. spectabilis* apresentou os maiores valores. Em Araponga, aos 552 dias o valor de C-CO₂ acumulado para *C. spectabilis* foi de 291,16 mg e para as espontâneas 104,90 mg. Em Pedra Dourada, aos 552 dias o valor de C-CO₂ acumulado para *C. cajan* foi de 324,44 mg e de espontâneas foi de 124,06 mg.

Tabela 3. Evolução de C-CO₂(mg) dos adubos verdes ao longo de 552 horas, nas propriedades de Araponga e Pedra Dourada

<i>Período de incubação (horas)</i>								
Adubo verde	24	48	72	168	264	360	456	552
ARAPONGA								
mg C-CO₂								
<i>C. spectabilis</i>	39,38a	71,30Aa	106,51Ab	148,01Ac	203,20Ad	232,62Ad	270,82Ae	291,16Ae
<i>L.purpureus</i>	38,87a	73,92Ab	109,57Ac	150,47Ad	203,32Ae	232,15Ae	267,53Af	283,97Af
<i>C. cajan</i>	44,81a	86,74Ab	120,94Ac	159,81Ad	207,62Ae	234,34Aef	265,27Afg	290,29Ag
Espontâneas	17,48a	19,10Ba	24,53Ba	35,39Bab	58,01Bbc	77,11Bcd	93,28Bd	104,90Bd
PEDRA DOURADA								
mg C-CO₂								
<i>C. spectabilis</i>	44,10a	88,09Ab	124,59Ac	169,40ABd	224,47ABe	253,30Ae	289,74Af	314,64Af
<i>L.purpureus</i>	37,26a	76,89Ab	115,42Ac	159,21Bd	214,76Be	251,67Af	289,87Afg	316,28Ag
<i>C. cajan</i>	48,88a	102,35Ab	141,39Ac	186,97Ad	143,45Ae	272,04Aef	303,21Afg	324,44Ag
Espontâneas	17,31a	26,99Bab	35,81Bab	50,16Cbc	78,75Ccd	94,80Bde	111,67Be	124,06Be

Letras maiúsculas referem-se a comparações entre diferentes espécies no mesmo local e no mesmo tempo; letras minúsculas referem-se a comparações entre valores da espécie em diferentes tempos.

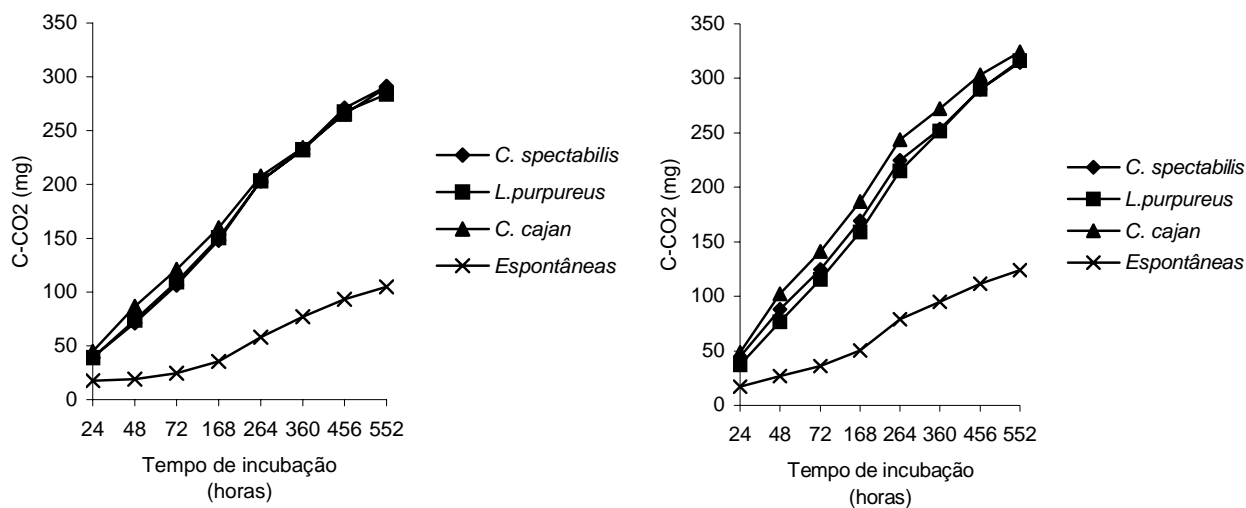


Figura 2. Evolução de C-CO₂ de adubos verdes nas propriedades de Araponga e Pedra Dourada, respectivamente.

Tabela 4 - Estimativa dos parâmetros (a, b e c) da equação logística de evolução de CO₂ e do tempo de meia vida (t_{1/2}) para adubos verdes em Araponga e Pedra Dourada.

<i>Adubo verde</i>	<i>a</i> (mg C-CO ₂)	<i>b</i>	<i>c</i> (hora ⁻¹)	<i>R</i> ²	<i>t</i> _{1/2}
ARAPONGA					
<i>C. spectabilis</i>	582,31	-2,34	0,0229	0,9692	102,18
<i>L. purpureus</i>	567,91	-2,25	0,0218	0,9763	103,21
<i>C. cajan</i>	580,56	-2,05	0,0213	0,9796	96,24
Espontâneas	106,12	-8,78	0,0132	0,8596	665,15
PEDRA DOURADA					
<i>C. spectabilis</i>	629,26	-2,36	0,0232	0,9785	101,72
<i>L. purpureus</i>	632,55	-2,57	0,0239	0,9702	107,53
<i>C. cajan</i>	648,87	-2,31	0,0236	0,8606	97,88
Espontâneas	124,06	-10,35	0,014	0,9221	739,28

A síntese da Análise de Variância e o coeficiente de variação encontram-se no Anexo 1 (Tabela 5). Houve efeito significativo ($p < 0.01$) para adubo verde, local, tempo e a interação adubo verde x local. Em Araponga, não foi observada diferença entre os valores de liberação de CO₂ de *C. spectabilis*, *L. purpureus* e *C. cajan* em todas as semanas, porém tais valores foram superiores as espontâneas ao longo de todo o período de incubação.

Em Pedra Dourada, apenas nas quarta (168 h) e quinta (264 h) avaliações, os valores encontrados para *L. purpureus* foram menores que *C. spectabilis*. Nas outras leituras, todos os valores encontrados não tiveram diferença entre estes três adubos verdes, porém, assim como em Araponga, tais valores foram superiores as espontâneas ao longo de todo o período de incubação. Na última avaliação, os valores de C-CO₂ acumulados em Araponga foram inferiores aos de Pedra Dourada. Durante o período de avaliação não houve algumas variações mas no geral Araponga apresentou menores valores.

Todos os teores de C-CO₂ acumulados começam a se diferenciar ($p < 0.05$) nas avaliações de 48 e 72 horas e começam a se estabilizar a partir 360 ou 456 horas.

As espontâneas de Araponga possuem maiores teores de hemiceluloso (HM), menor valor da relação carbono/fósforo (C/P) e maiores das relações C/N (nitrogênio), lignina/N (LG/N), polifenóis/N (PP/N) e LG+PP/N (Tabela 5). C/N é > que 18 e LG/N é > 5, o que segundo Praveen-Kumar et. al (2003), significa materiais de moderada taxa de decomposição. Então a composição química e bioquímica explicam os menores teores de C-CO₂, ou seja menor decomposição do material orgânico pelos organismos. Este comportamento esta de acordo com Monteiro (2000), onde as gramíneas, espécies que predominam no conjunto de espontâneas encontradas em Araponga, caracterizam-se pela elevada relação C/N e menor taxa de decomposição. O contrário é observado para a composição bioquímica das leguminosas, estas apresentaram C/N < 18 e LG/N < 5, significando então materiais de maior taxa de decomposição, coerente com os maiores teores de C-CO₂ acumulados para *C. spectabilis*, *L. purpureus* e *C. cajan*. As espontâneas de Pedra Dourada apresentaram C/N ligeiramente superior a 18 e LG/N ligeiramente inferior a 5, portanto não poderia prever com base nestes dados e nos limites estabelecidos por Praveen-Kumar et. al (2003) a facilidade ou não de decomposição das mesmas. As relações (LG+PP)/N, PP/N, LG/N e C/N são maiores para as espontâneas de Araponga e Pedra Dourada do que as leguminosas e estas relações podem então explicar a menor taxa de decomposição das espontâneas, ou seja menores teores de C-CO₂ acumulado (Tabela 3). Entretanto em condições de campo tais resultados não se reproduziram, pois as taxas de decomposição utilizando sacolinhas de lambri (“litter bag”, capítulo 2) para as espontâneas de Pedra Dourada foram superiores a todos os demais adubos verdes. Observa-se, porém, a maior relação C/P para as espontâneas de Pedra Dourada (187,93, Tabela 5). Considerando-se que o teor de P no solo utilizado para a incubação era extremamente baixo (0.5 mg/dm³) e que no campo realizou-se adubação fosfatada, pode-se explicar então com base na relação C/P o comportamento diferenciado no campo e em -condições controladas. MENDONÇA & STOTT (2003) também encontraram a relação C/P como um fator limitante à decomposição de alguns materiais vegetais. Segundo tais autores, os microrganismos responsáveis pela decomposição do material gastam grande quantidade de energia para adquirir nutrientes, como o P, necessários para produzir ligninocelulases, ao invés de decompor o material em questão para obter C.

Tabela 5. Composição bioquímica da parte aérea dos adubos verdes nas propriedades de Araponga e Pedra Dourada

<i>Adubo verde</i>	<i>HM</i>	<i>CL</i>	<i>LG</i>	<i>PP</i>	<i>C/P</i>	<i>C/N</i>	<i>LG/N</i>	<i>LG/PP</i>	<i>PP/N</i>	<i>(LG+PP)/N</i>
%										
ARAPONGA										
<i>C. spectabilis</i>	11,65	38,47	6,77	0,99	190,88	17,45	2,40	6,81	0,35	2,75
<i>L. purpureus</i>	18,10	26,65	6,75	1,62	142,88	13,28	1,95	4,16	0,47	2,42
<i>C. cajan</i>	19,92	26,65	10,77	1,39	165,59	12,96	2,55	7,77	0,33	2,88
Esponthneas	20,92	29,54	9,27	1,31	70,45	24,26	4,85	7,10	0,68	5,53
PEDRA DOURADA										
<i>C. spectabilis</i>	9,98	32,26	4,56	0,85	152,84	15,06	1,28	5,33	0,24	1,52
<i>L. purpureus</i>	19,50	28,92	6,38	1,06	142,61	13,05	1,82	6,03	0,30	2,12
<i>C. cajan</i>	18,69	24,40	10,39	0,98	128,85	10,78	2,27	10,51	0,22	2,49
Esponthneas	9,91	36,11	12,38	1,59	187,93	18,64	5,16	7,81	0,66	5,82

H
M
=

hemicelulose; CL = celulose; LG = lignina; f3sforo; N = Nitrog3nio e PP = polifen3is totais sol3veis. Os dados de P e N para os c3lculos aqui apresentados encontram-se no cap3tulo 2 (Tabela 3).

Quanto ao local, as diferenças se devem a qualidade, embora relativamente pequena, entre os materiais provenientes de Pedra Dourada e Araponga (Tabela 5). Diferentes condições climáticas e edáficas propiciam respostas distintas das leguminosas quanto à adaptação, produção de biomassa, capacidade de fixação de N e imobilização de nutrientes, alterando em consequência, a velocidade de decomposição e de liberação de nutrientes.

Os coeficientes de correlação entre a evolução de C-CO₂ e a composição bioquímica encontram-se na Tabela 6. Foram encontradas correlações significativas (p<0,05) somente para a relação lignina/polifenol em todo o período de avaliação, com valores de 0,67 em 24 horas e 0,65 em 552 horas.

Tabela 6 – Coeficientes de correlação entre a quantidade de C-CO₂ acumulado e a composição química e bioquímica de adubos verdes.

<i>Tempo (horas)</i>	<i>C-CO₂ acumulado</i>									
	<i>HM</i>	<i>CL</i>	<i>LG</i>	<i>PP</i>	<i>C/P</i>	<i>C/N</i>	<i>LG/N</i>	<i>LG/PP</i>	<i>PP/N</i>	<i>(LG+PP)/N</i>
24	-0,23	0,08	0,37	-0,36	0,04	0,10	0,16	0,67*	-0,18	0,13
48	-0,25	0,08	0,42	-0,37	0,03	0,08	0,20	0,73*	-0,17	0,17
72	-0,29	0,15	0,44	-0,34	0,05	0,16	0,27	0,71*	-0,09	0,23
168	-0,32	0,19	0,42	-0,34	0,05	0,20	0,29	0,70*	-0,07	0,25
264	-0,34	0,24	0,41	-0,34	0,06	0,23	0,31	0,69*	-0,05	0,27
360	-0,37	0,26	0,43	-0,31	0,08	0,25	0,34	0,68*	-0,01	0,30
456	-0,39	0,30	0,42	-0,31	0,09	0,28	0,35	0,66*	0,007	0,32
552	-0,41	0,31	0,43	-0,30	0,12	0,27	0,35	0,65*	0,002	0,31

HM = hemicelulose; CL = celulose; LG = lignina; N = Nitrogênio e PP = polifenóis; *: significativo a 5% de probabilidade.

3.2 Mineralização de N

A mineralização (valores positivos) e imobilização (valores negativos) de N (NO₃⁻+NH₄⁺) durante sete semanas de avaliação e o total de N mineralizado encontram-se na Tabela 7 (a síntese da análise de variância encontra-se no Anexo 1, Tabela 6). Em Araponga, os valores de NO₃⁻+NH₄⁺ na primeira semana variaram entre 1,29 mg/kg

(espontânea) a 12,37 mg/kg (*C. cajan*). Em Pedra Dourada, os valores variaram entre 3,29 mg/kg (espontâneas) e 16,03 mg/kg (*C. spectabilis*). Para o total de N mineralizado, em Araponga, os valores encontram-se entre 40,66 mg/kg (espontâneas) e 147,32 mg/kg (*C. cajan*) e em Pedra Dourada, entre 99,84 (espontâneas) e 196,34 mg/kg (*C. cajan*). Houve imobilização (valores negativos) na terceira, na quinta, na sexta e sétima semanas. A síntese da análise de variância e coeficiente de variação para primeira semana e para quantidade total de N mineralizado ao final de sete semanas encontram-se na Tabela 3, Anexo 1. Para a primeira semana de avaliação, houve efeito significativo ($p < 0,01$) para adubo, local e adubo x local.

Em Araponga, na primeira semana, os valores de N ($\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$) foram iguais entre *C. spectabilis* (2,57 mg/kg), *L. purpureus* (2,74 mg/kg) e espontâneas (1,29 mg/kg), e *C. cajan* apresentou o maior valor (12,37 mg/kg), fato este que pode ser atribuído aos valores iniciais da composição química deste adubo verde (Tabela 3, capítulo 2), cujo N igual a 108,66 kg/ha, foi superior a todos os outros adubos verdes.

Em Pedra Dourada, na primeira semana, o valor de N para *C. spectabilis* (16,03 mg/kg) foi o maior em relação aos demais adubos verdes. Os valores encontrados para *L. purpureus* e *C. cajan* não diferiram entre si (6,45 e 9,04 mg/kg, respectivamente), e foram maiores ao encontrado para espontâneas (3,29 mg/kg).

Comparando as duas propriedades ao final da primeira semana, em Pedra Dourada os valores de mineralização de *C. spectabilis* e *L. purpureus* foram superiores a aos valores de Araponga.s. Para *C. cajan* e espontâneas não houve diferença entre as duas localidades. MATOS (2005), estudando outros adubos verdes nos mesmos locais do presente estudo não encontrou diferença na mineralização de N dos adubos verdes entre os dois locais.

Para a quantidade total de N mineralizado, houve efeito significativo ($p < 0,01$) para adubo verde e local. Em Araponga, o maior valor foi observado para *C. cajan* (147,32 mg/kg), seguido de *C. spectabilis* (91,36 mg/kg) e *L. purpureus* (87,42 mg/kg), que não diferiram entre si. O menor valor foi encontrado para as espontâneas (40,66 mg/kg). Em Pedra Dourada, o maior valor também foi observado para *C. cajan* (196,34 mg/kg) também seguido de *C. spectabilis* (166,79 mg/kg) e *L. purpureus* (138,03 mg/kg) que não diferiram entre si. O menor valor também foi encontrado para as espontâneas (99,84

mg/kg). Os valores de mineralização para *C. cajan* encontrados neste estudo foram muito superiores ao encontrado por PALM & SANCHEZ (1991, 18,74 mg/kg de N),.

Comparando as duas propriedades ao quantidade total de N mineralizado foi superior, para todos os adubos verdes, em Pedra Dourada, resultados semelhantes para os dados encontrados para as espécies estudadas por MATOS (2005). Este fato pode ser atribuído às diferenças edafoclimáticas, visto que a composição química Tabela 3 do capítulo 2) e bioquímica (Tabela 5) presentes nas partes aéreas desses materiais não explicam estas diferenças.

Embora tenha havido valores negativos, especialmente na 6ª semana (Araponga), houve predomínio de mineralização, fato este esperado para valores de relação C/N (Tabela 5) menor que 20 (FRANKENBERGER & ABDELMAGID, 1985), que foi o encontrado para a maioria dos adubos aqui estudados.

Tabela 7 - Mineralização e Imobilização de $\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$ de resíduos de adubos verdes provenientes de Araponga e Pedra Dourada, no período de sete semanas.

<i>Adubo verde</i>	<i>Período de incubação (semanas)</i>							Total de N Mineralizado
	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	
$\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$ (mg/kg)								
ARAPONGA								
<i>C. spectabilis</i>	2,57Bb	12,69	-4,57	12,32	0,19	-20,08	-0,08	91,36b
<i>L. purpureus</i>	2,74Bb	10,87	-5,13	17,70	-3,66	-20,09	1,66	87,42b
<i>C. cajan</i>	12,37Aa	5,97	4,60	10,21	1,11	-25,60	2,93	147,32a
Espontâneas	1,29Ab	0,45	0,25	0,17	19,21	-17,79	0,96	40,66c
PEDRA DOURADA								
<i>C. spectabilis</i>	16,03Aa	9,58	-3,95	13,68	0,42	-28,09	1,78	166,79b
<i>L. purpureus</i>	6,45Ab	4,55	2,43	8,11	-1,20	7,20	0,69	138,03b
<i>C. cajan</i>	9,04Ab	18,87	8,65	11,67	-8,29	-30,27	2,42	196,34a
Espontâneas	3,29Ac	7,12	-5,44	12,70	-3,16	3,16	1,63	99,84c

Letras maiúsculas representam comparações entre a mesma espécie em diferentes locais; letras minúsculas representam diferentes espécies no mesmo local.

Na avaliação dos coeficientes de correlação (Tabela 8). Na primeira semana foram observadas correlações negativas ($p < 0,05$) para PP/N (-0,72) e ($p < 0,1$) para PP (-0,52), C/N (-0,55), LG/N (-0,58) e (LG+PP)/N (-0,61). De acordo com ZINGORE et al. (2003), baixos

valores de relação C/N, LG/N e (LG+PP)/N favorecem a mineralização no momento inicial. Nas demais semanas de incubação foram observadas correlações negativas para PP ($p < 0.1$) nas segunda, terceira e quinta semanas; para C/N e LG/N ($p < 0.1$) até a quinta semana; para LG/PP ($p < 0.1$) na terceira semana; para PP/N ($p < 0.05$) até a quinta semana; e para (LG+PP)/N ($p < 0.1$) até a quinta semana. Na primeira semana. Correlação negativa com PP favorece a mineralização, pois são minimizadas as ligações de polifenóis a carboidratos e proteínas, indisponibilizando o N do material vegetal (HANDLEY, 1961 e NORTHUP, 1995). As altas correlações entre os valores de polifenóis/N ($p < 0,01$) e N mineralizado nas cinco primeiras semanas confirmam este resultado. Portanto, a maior taxa de mineralização de N para *C. cajan* e menor para espontâneas em ambas as localidades talvez possam ser explicadas pela baixa C/N do *C. cajan* e maiores C/N, LG/N, (LG+PP)/N, PP/N e maiores teores de PP nas espontâneas. Talvez a menor taxa de mineralização para todos os adubos verdes em Araçá, possa ser explicada, para as leguminosas, pelas maiores C/N, LG/N, (LG+PP)/N, PP/N e maiores teores de PP. Para todas as espontâneas, todas estas relações foram muito similares nas duas localidades, exceto C/N, o que estaria então explicando os resultados.

Tabela 8 - Coeficientes de correlação entre os valores de N (NO_3+NH_4) e a composição bioquímica de adubos verdes, ao longo de 7 semanas.

<i>N</i> <i>(NO₃+NH₄)</i>	<i>HM</i>	<i>CL</i>	<i>LG</i>	<i>PP</i>	<i>C/P</i>	<i>C/N</i>	<i>LG/N</i>	<i>LG/PP</i>	<i>PP/N</i>	<i>(LG+PP)/N</i>
1ª semana	-0,29	-0,24	-0,23	-0,52 ⁰	0,19	-0,55 ⁰	-0,58 ⁰	0,09	-0,72*	-0,61 ⁰
2ª semana	-0,29	-0,22	-0,18	-0,54 ⁰	0,34	-0,74*	-0,66 ⁰	0,29	-0,83**	-0,69 ⁰
3ª semana	0,08	-0,49	0,01	-0,55 ⁰	0,09	-0,76*	-0,58 ⁰	0,54 ⁰	-0,83**	-0,61 ⁰
4ª semana	-0,11	-0,38	-0,06	-0,41	0,33	-0,86**	-0,66*	0,34	-0,83**	-0,69*
5ª semana	0,09	-0,49	-0,11	-0,56 ⁰	-0,07	-0,57 ⁰	-0,58 ⁰	0,38	-0,76*	-0,60 ⁰
6ª semana	-0,02	0,01	0,09	-0,10	0,21	-0,27	-0,01	0,12	-0,14	-0,02
7ª semana	-0,002	-0,05	0,14	-0,07	0,20	-0,32	-0,01	0,15	-0,16	-0,03

Valores significativos a ** 1 %, * 5 % e ° 10 % de probabilidade.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os maiores valores de mineralização de N e C foram observados para *C. cajan*, podem ser atribuídos à composição química, em especial, para N da matéria seca.

A mineralização de C é influenciada pela relação LG/PP, e a mineralização de N é influenciada pelo teor de polifenóis e pelas relações C/N, LG/N, PP/N e (LG+PP)/N

O comportamento das plantas espontâneas foi distinto das leguminosas, mas de relevância em médio prazo, num sistema agroecológico que valorize a diversidade e o incremento da ciclagem de nutrientes.

Tanto em condições edafoclimáticas distintas como semelhantes, pode haver diferença no comportamento dos adubos verdes para mineralização de C e N e conseqüente liberação potencial de N para a cultura em questão. Sendo assim, é de extrema importância a presença de diferentes espécies num sistema de produção com potencial diferenciado de liberação de nutrientes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS GERAIS

Em sistemas agroecológicos de produção, o uso de tecnologias apropriadas e adaptadas a cada local é de grande importância, a fim de garantir maior sustentabilidade socioeconômica e ambiental. Para isso, um conjunto de fatores precisa ser considerado, dentre eles o resgate de práticas tradicionais de manejo do ambiente e o incremento da ciclagem de nutrientes, visando um aumento da produtividade do agroecossistema e melhor convivência em diferentes condições, tentando garantir a autonomia e qualidade de vida do camponês.

Sendo assim, o estudo em questão nos reforça o valor da utilização de leguminosas e plantas espontâneas a partir da observação de comportamentos diferenciados destas espécies em cada local, tanto no que diz respeito à composição do material vegetal, quanto à decomposição e potencial de fornecimento de nutrientes para o sistema agrícola.

A escolha e aproveitamento das espécies a serem utilizadas devem estar associados tanto aos estudos acadêmicos quanto ao conhecimento do agricultor, a fim de otimizar as potencialidades dessas espécies, assim como viabilizar o sincronismo à cultura principal e aos interesses do grupo em questão, minimizando os gastos de energia, capital e recursos naturais disponíveis, com a promoção da agroecologia e mudança de paradigma em busca da sustentabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCÂNTARA, F.A.; FURTINI NETO, A.E.; DE PAULA, M.B.; MESQUITA, H.A.; MUNIZ, J.A. **Adubação verde na recuperação da fertilidade de um latossolo vermelho-escuro degradado**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.35, n.2, p.277-288, 2000.
- ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: Agropecuária, p. 592, 2002.
- ALTIERI, M., **Linking ecologists and traditional farmers in the search for sustainable agriculture**. Front. Ecol. Environ. 2, 35-42. 2004.
- ALTIERI, M., NICHOLLS, C.I.. **Teoría y práctica para una agricultura sustentable**. 257 p. México, 2000.
- ALTIERI, M.. **Agroecology: The scientific basis of alternative agriculture**. Westview Press, Boulder, CO, 1987.
- ALTIERI, M.. **Agroecology: The scientific basis of alternative agriculture**. Westview Press, Boulder, CO, 1987.
- BECKER, M., LADHA, J.K., OTTOW, J.C.G..**Nitrogen losses and lowland rice yield as affected by residue N release**. Soil Science Soc. Oj Amer. Journal, Madison, v. 58, n.6, p.1660-1665, 1994.
- CABRERA, M.L., KISSEL, D.E., VIGIL, M.F.. **Nitrogen mineralization from organic residues: research opportunities**. J. Environm. Qual. 34:75-79, 2005
- CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E.A.; WILDNER, L. do P.; COSTA, M.B.B. da; ALCÂNTARA, P.B.; MIYSAKA, S.; AMADO, J.T. **Adubação verde no sul do Brasil**. COSTA, M.B.B. da. (Coord.). 2.ed. Rio de Janeiro: AS-PTA,. 346p, 1992.
- CARDOSO, I.M., GUIJT, I.M., FRANCO, F.S., CARVALHO, A.F., FERREIRA-NETO, P.S. **Continual learning for agroforestry system design: university, NGO, and farmer partnership in Minas Gerais, Brazil**. Agricultural System, n. 69, p. 235-257, 2001.
- CHAPMAN K., WHITTAKER, J.B. and HEAL, O.W.. **Metabolic and faunal activity in litters of tree mixtures compared with pure stands**. Agriculture, Ecosystems and Environment 24: 33-40, 1988.

- CLAWSON, D.L.. **Harvest security and intraspecific diversity in traditional tropical agriculture.** Econ, Bot. 39:56-67, 1985.
- COBO, J.G., BARRIOS, E., KASS, D.C.L., THOMAS, R.. **Nitrogen mineralization and crop uptake from surface-applied leaves of green manure species on a tropical volcanic-ash soil.** Biol. Fertil. Soils 36: 87-92, 2002.
- CONSTANTINIDES, M., FOWNES, J.H.. **Nitrogen mineralization from leaves and litter of tropical plants: relationship to nitrogen, lignin and soluble polyphenol concentrations.** Soil Biol. Biochem. Vol. 26, no. 1, pp. 49-55, 1994.
- CORBEELS, M., HOFMAN, G. & VAN CLEEMPUT, O. **Simulation of net N immobilization and mineralisation in substrate-amended soils by the NCSOIL computer model.** Biol.Fert.Soils 28:422-430, 1999.
- CTA/ZM. **Plano Estratégico para o café agroecológico produzido por agricultores familiares da Zona da Mata do Estado de Minas Gerais – Projeto Sustentabilidade Econômica com base na valorização da biodiversidade em sistemas agrícolas familiares.** Viçosa, MG, 2002.
- DA ROS, C.O. & AITA, C. **Efeito de espécies de inverno na cobertura do solo e fornecimento de nitrogênio ao milho em plantio direto.** R. bras. Ci. Solo, 20:135-140, 1996.
- FAVERO, C..**Potencial de plantas espontâneas e de leguminosas para adubação verde.** Viçosa-MG: UFV, 81p. (Tese M.S.), 1998.
- FERRARI, E.A.. **Desenvolvimento da agricultura familiar: a experiência do CTA-ZM.** In: Alvares, V.H., Fontes, L.E.F. & Fontes, M.P.F. (eds). O solo nos Grandes Domínios Morfoclimáticos do Brasil e o Desenvolvimento Sustentado, p.233-250. JARD, Viçosa, MG, 1996.
- FIELD, C. B., CHAPIN III, F.S., MATSON, P. A & MOONEY, H.A.. **Responses of terrestrial ecosystems to the changing atmosphere: a resource-based approach.** Annu.Rev Ecol. Syst. 23, 201-235, 1992.
- FRANKENBERGER, W.T. & ABDELMAGID, H.M.. **Kinetic parameters of nitrogen mineralization rates of leguminous crops incorporated into soil.** Plant and Soil, 87: 257-271, 1985.

- FRIEBEN, B.. **Organic farming as a sustainable system-biodiversity in fields.** In: El Massan, N. e Prochnow, B. (eds). Sustainable Agriculture for Food, Energy and Industry. Vol.1. James & James Ltd, Braunschweig, 603-608, 1998.
- GARRET, C.J., CROSSLEY, D.A .JR., COLEMAN, D.C., HENDRIX, P.F., KISSELLE, K.W. & POTTER, R.L. **Impact of the rhizosphere on soil microarthropods in agroecosystems on the Georgia Piedmont.** Appl Soil Ecol. 16, 141-148, 2001.
- GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; RHEINHEIMER, D. S.; NICOLOSO, R. S.; VENDRUSCOLO, E. R.; MARQUES, M. G.; FRIES, M. R. **Consortiação de plantas de cobertura: I. Produção e composição da fitomassa.** In: Fertbio. 25., 2000. Anais. Santa Maria, SBCS, 2000. CDROM.
- GLIESSMAN, S.R., GARCIA, E.R. & AMADOR, A.M. **The ecological basis for the application of tradiocional agricultural technology in the management of tropical agro-ecosystems.** Agro-Ecosystems 7:173-185, 1981.
- GOLFARI, L.. **Zoneamento Ecológico do Estado de Minas Gerais para Reflorestamento.** Série Técnica, 3. CPFRC, Belo Horizonte, MG, 1975.
- GOMES, S.T.. **Condicionantes da Modernização do Pequeno Agricultor.** Tese de Doutorado, Faculdade de Economia e Administração – Universidade de São Paulo, SP/SP, 1986.
- GÚZMAN, E. S.. **A perspectiva sociológica em Agroecologia: uma sistematização de seus métodos e técnicas.** Agroecol. E Desenv. Rur. Sustent., Porto Alegre, v.3, n.1, jan./mar. 2002.
- HADAS, A., KAUTSKY, L., GOEK, M., KARA, E.E.. **Rates of decomposition of plant residues and available nitrogen in soil, related to residue composition through simulation of carbon and nitrogen turnover.** Soil Biol. Biochem. 36: 255-266, 2004.
- HANDAYANTO, E., CADISH, G., GILLER, K.E.. **Manipulation of quality and mineralization of tropical legum tree prunings by varying nitrogen supplyh.** Plant and Soil, Netherlands, v. 176, n.1, p. 149-160, 1995.
- HANDLEY, W.R.C..**Further evidence for the importance of residual leaf protein complexes in litter decomposition and the supply of nitrogen for plant growth.** Plant and Soil 15, 37-73, 1961.

- HASLAM, E. **Plant polyphenols: vegetable tannins revisited**. Cambridge: Cambridge University Press, p. 230, 1989
- HÄTTENSCHWILER, S., VITOUSEK, P.. **The role of polyphenols in terrestrial ecosystem nutrient cycling**. *Tree*, vol. 15, n. 6, Junho, 2000.
- HILLOCKS, R.J.. **The potential benefits of weeds with reference to small holder agriculture in Africa**. *Integrated Pest Management Reviews* 3:155-167, 1998.
- KLEE, G.A.. **World Systems of Traditional Resource Management**. J Wiley & Sons, NY, 1980.
- KORICHEVA, J., MULDER, C.P.H., SCHMID, B., JOSHI, J., HUSS-DANELL, K.. **Numerical responses of different trophic groups of invertebrates to manipulations of plant diversity in grasslands**. *Oecologia* 125: 271:282, 2000.
- MAFONGOYA, P.L., GILLER, K.E. & PALM C.A.. **Decomposition and nitrogen release patterns of tree prunings and litter**. *Agroforestry Systems* 38: 77-97, 1998.
- MARSTORP, H. Interactions in the microbial use of soluble plant components in soil. *Biology and Fertility of Soils*, Berlin Germany, v.22, n.1, p.45-52, 1996.
- MATOS, E. S..**Ciclagem de nutrientes por leguminosas herbáceas em cafezias orgânicos**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2005, 70p. (Tese de Mestrado).
- MENDONÇA, E.S., MATOS, E.S.. **Matéria Orgânica do Solo: Métodos de Análises**. Editora UFV, 107p., 2005.
- MENDONÇA, E.S., STOTT, D.E. Characteristics and decomposition rates of pruning residues from a shaded coffee system in Southeastern Brazil. *Agroforestry Systems* 57: 117-125, 2003.
- MILLAR, N., BAGGS, E.M.. **Chemical composition, or quality, of agroforestry residues influences N₂O emissions after their addition to soil**. *Soil Biol.Biochem.* 36: 935-943, 2004.
- MIYAZAWA, K., TSUJI, H., YAMAGATA, M., NAKANO, H., & NAKAMOTO, T.. **Response of weed flora to combinations of reduced tillage, biocide application and fertilization practices in a 3-year crop rotation**. *Weed Biology and Management* 4: 24-34, 2004.
- MONTEIRO, H.C.F., CANTARUTTI, R.B., NASCIMENTO JUNIOR, D., REGAZZI, A. J., FONSECA, D.M.. **Dinâmica de Decomposição e Mineralização de Nitrogênio em**

- Função da Qualidade de Resíduos de Gramíneas e Leguminosas Forrageiras.** R.Brás. Zootec., v.31, n.3, p.1092-1102, 2002.
- MYERS, R.J.K., PALM, C.A., Cuevas, E., Gunatillake, I.U.N., Brussard, M.. **The synchronisation of nutrient mineralisation and plant nutrient demand.** In: Woome, P.L., Swift, M.J. (eds). **The biological management of tropical soil fertility.** Wiley. Chichester, p.81-116, 1994.
- SOUSA, H. N, CARDOSO, I., BONFIM, V.R., SOUTO, R.L., CARVALHO, A.F., OLIVEIRA, G.B., FEITAL, D.G.. **Sistematização de experimentação participativa com sistemas agroflorestais.** Anais do Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, Curitiba, 2004.
- NORTHUP, R.R.. **Polyphenol control of nitrogen release from pine litter.** Nature, 377, 227-229, 1995.
- PALM, C.A., SÁNCHEZ, P.A.. **Nitrogen release from the leaves of some tropical legumes as affected by their lignin and polyphenolic contents.** Soil Biochem 23:83-88, 1991.
- PAUL, E.A., Clark, F.E..Soil Microbiology and Biochemistry, Cap. 7, 1998.
- SANTRUCKOVA, H., STRASKRABA, M.. On the relationship between specific respiration activity and microbial biomass in soils. Soil Biol. Biochem., v. 23, n.6, 525-532, 1991.
- SIEMANN, E. **Experimental tests of effects of plant productivity and diversity on grassland arthropod diversity.** Ecology 79, 2057-2070, 1998.
- THOMAS, R.J., ASAKAWA, N.M. **Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes.** Soil Biol. Bioch., Great Britain, v.25, n.10, p.1351-1361, 1993.
- TOLEDO, V.M.. **La ecología del modo campesino de producción.** Antropología y Marxismo 3:35-55, 1982.
- TRINSOUTROT, I.; RECOUS, S.; BENTZ, B.; LINÈRES, M.; CHÈNEBY, D. & NICOLARDOT, B. Biochemical quality of crop residues and carbon and nitrogen mineralization kinetics under nonlimiting nitrogen conditions. Soil Sci. Soc. of Am. Journal, 64:918-926, 2000.
- VANDERMEER, J. **The ecology of intercropping.** Cambridge University Press. ,1989.

- VIGIL, M.F. & KISSEL, D.E. **Equations for estimating the amount of nitrogen mineralized from crop residues.** Soil Sci.Soc.Am.J. 55:757-761, 1991.
- VITYAKON, P., DANGTHAISONG, N. **Environmental influences on nitrogen transformation of different quality tree litter under submerged and aerobic conditions.** Agroforestry Systems 63:225-236, 2005.
- WILLIAMS, B. J. & ORTIZ-SOLARIO. **American folk soil taxonomy.** Annals of the Assoc. Amer. Geographers 71:335-358, 1981
- ZINGORE, S., MAFONGOYA, P., NYAMUGAFATA, P., GILLER, K.E.. **Nitrogen mineralization and maize yields following application of tree prunings to a sandy soil in Zimbabwe.** Agroforestry Systems, 57: 199-211, 2003.

ANEXO 1

Tabela 1. Análise de variância da biomassa total produzida por adubos verdes em Araponga e Pedra Dourada

FV	Biomassa	
	GL	QM
Blocos	3	0,1845955ns
Adubo verde	3	0,5687906**
Local	1	4,176994**
Local x Adubo verde	3	1,132230**
Resíduo	21	0,2128073
CV (%)		20,80

ns e *: não significativo e significativo a 1%, respectivamente, pelo Teste F

Tabela 2. Análise de Variância dos teores de nutrientes acumulados na parte aérea de adubos verdes em Araponga e Pedra Dourada.

FV	C		N		P	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Blocos	3	565085,6*	3	2158,669*	3	21,29582**
Local	3	206279,7ns	3	114,6937**	3	5,944888ns
Adubo verde	1	2668736**	1	7029,532**	1	51,29948**
Local x Adubo verde	3	234524,4ns	3	563,0412**	3	6,954600ns
Resíduo	21	120759,2	21	597,8869	21	3,914969
CV (%)		27,983		29,379		26,749
FV	K		Ca		Mg	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Blocos	3	434,5866*	3	186,7474ns	3	27,30804*
Local	3	669,4755*	3	58,04482**	3	16,09791ns
Adubo verde	1	41,47760**	1	92,38261ns	1	40,55568**
Local x Adubo verde	3	119,6867**	3	32,80063**	3	15,60949ns
Resíduo	21	139,4396	21	65,60776	21	7,983764
CV (%)		25,391		39,661		37,446

ns, * e **: não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente, pelo Teste F.

Tabela 3. Análise de Variância da composição química dos adubos verdes em Araponga e Pedra Dourada

FV	C		N		P		K		Ca		Mg	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Blocos	3	38,55195	3	0,2193740	3	0,3587938. 10 ^{-3**}	3	0,1111429	3	0,5619846.10 ⁻¹	3	0,7620693.10 ⁻²
Adubo verde	3	93,05787**	3	6,796208**	3	0,3551993.10 ^{-1**}	3	1,488585.10 ^{-1**}	3	0,2930961**	3	0,2538358.1 ^{-1*}
Local	1	31,61552*	1	1,305627*	1	0,2364497.10 ^{-1**}	1	0,1872113.10 ^{-2**}	1	0,6562283.10 ^{-2**}	1	0,1052258.10 ^{-2**}
Local x Adubo verde	3	31,61552	3	0,1602343**	3	0,3197374.10 ^{-2*}	3	0,1826387	3	0,2055077.10 ^{-1**}	3	0,3689169.10 ^{-2**}
Resíduo	21	30,45975	21	0,2010892	21	0,1367133.10 ⁻²	21	0,7974345.10 ⁻¹	21	0,4560951.10 ⁻¹	21	0,6133364.10 ⁻²
CV (%)		11,32		13,568		12,508		14,595		25,653		26,316

* e **: Significativo a 5 e 1%, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 4. Análise de Variância da Matéria Seca e da Taxa de Decomposição de adubos verdes, ao longo de 240 dias, em Araçá e Pedra Dourada

FV	MS		Taxa de Decomposição	
	GL	QM	GL	QM
Bloco	3	17,23534**	3	375,5438**
Local	1	860,3991**	1	12511,87**
Adubo verde	3	376,2223**	3	1349,147**
Local x Adubo verde	3	276,5931**	3	1901,613**
Tempo	4	377,1355**	4	7091,983**
Tempo x Local	4	10,33340*	4	135,2132
Adubo verde x Tempo	12	19,77412**	12	247,6239**
Adubo verde x Tempo x Local	12	19,06685**	12	230,2236**
Resíduo	117	3,793173	117	71,85095
CV (%)		14,911		15,023

* e **: Significativo a 5 e 1%, respectivamente, pelo teste Tukey.

Tabela 5. Análise de Variância da evolução de CO₂ dos adubos verdes das propriedades de Araponga e Pedra Dourada.

FV	C-CO ₂	
	GL	QM
Bloco	3	1314,977**
Adubo verde	3	237037,3**
Local	1	20299,00**
Tempo	7	207931,6**
Adubo verde x Local	21	46,53080**
Resíduo	189	228,8300
CV (%)		9,9862

**significativo a 1% pelo Teste F

Tabela 6. Análise de Variância dos teores de $\text{NO}_3^+ + \text{NH}_4^-$ na primeira semana e do Total de N mineralizado nos adubos verdes das propriedades de Araponga e Pedra Dourada.

FV	$\text{NO}_3^+ + \text{NH}_4^-$ primeira semana	
	GL	QM
Bloco	3	7,704591ns
Adubo	3	124,5159**
Local	1	125,2460**
Local x Adubo	3	98,23195**
Resíduo	21	6,201943
CV (%)		37,040

FV	Total de N Mineralizado	
	GL	QM
Bloco	3	297,9082ns
Adubo	3	14113,37**
Local	1	27436,49**
Local x Adubo	3	292,7321ns
Resíduo	21	560,0353
CV (%)		19,563

ns e **: não significativo e significativo a 1%, pelo teste F

Livros Grátis

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

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

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

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

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