

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**MESTRADO EM AGROECOLOGIA**

**CICLAGEM DE NUTRIENTES E SUPRESSÃO DE**  
**ERVAS ESPONTÂNEAS POR ADUBOS VERDES**  
**SOB UM SISTEMA EM ALÉIAS**

**IDELFONSO COLARES DE FREITAS**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre,  
junto ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da  
Universidade Estadual do Maranhão.

Orientador: **Prof. Dr. Emael Gomes de Moura**

**SÃO LUÍS**  
**MARANHÃO - BRASIL**  
**2008**

**CICLAGEM DE NUTRIENTES E SUPRESSÃO DE ERVAS  
ESPONTÂNEAS POR ADUBOS VERDES SOB UM SISTEMA EM  
ALÉIAS**

**IDELFONSO COLARES DE FREITAS**

**Aprovada: 26/08/2008.**

**Comissão julgadora:**

---

**Prof. Dr. Emanuel Gomes de Moura (Orientador)**

---

**Prof.<sup>a</sup> Dra. Alana das Chagas Ferreira Aguiar – UFMA**

---

**Prof. Dr. José Geraldo Donizetti dos Santos – UEMA/CAPES/PRODOC**

### **Ofereço**

A meu pai Afonso de Lima Colares, que, embora praticando agricultura itinerante no interior do Ceará, não mediu esforços para me educar, talvez este fato justifique a minha paixão pelo tema.

A minha esposa Raimunda Maria Rodrigues Colares, que, além do incentivo para a capacitação, foi mãe e pai de nossos filhos durante a minha ausência.

A meus filhos, pela compreensão da minha ausência durante a capacitação.

### **Dedico**

A minha mãe Judite Ferreira de Freitas (in memoriam), mulher de pouca escolaridade e de grande visão de futuro. Muito obrigado por convencer meu pai de que a educação formal de sua prole seria a forma mais fácil de ganhar a vida!

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Emanuel Gomes de Moura, pelo fato de ter me escolhido para orientar, pela confiança depositada em mim e pelo aprendizado nos momentos de diálogo;

Aos Professores do Mestrado: Alana, Bringel, Francisca Helena, Moiseis, Altamiro e em especial ao Prof. Christoph, pela disponibilidade em ajudar;

Aos Profs. da UFRRJ, Mirton Morenzi e Zonta pelas análises químicas no primeiro ano;

Ao Prof. Robson Esteves, pela intermediação junto a UFV na análise dos fenólicos totais;

Ao Laboratório SOLOCRIA, pelas análises no segundo ano;

Aos meus queridos amigos e colegas de turma: Ricardo, Kleydjane, Lia Raquel, Daniele, Louise, Gilda e Marcelo, pelos inesquecíveis momentos que passamos juntos, em especial a Sandra pela amizade leal, ao Fábio pela ajuda na montagem do experimento e a Sheila pela disposição em organizar as festinhas inesquecíveis;

Ao Paulo, bolsista do projeto Tico-Tico, pela pesagem das amostras das ervas espontâneas;

Ao Neto, funcionário terceirizado da UEMA, pela ajuda na secagem das amostras;

A José Eliezi, Prof. da EAF/Araguatins, pela correção lingüística desta dissertação;

A Raimundo Laerton, Prof. da EAF/Araguatins, pela orientação na dissertação;

Ao Prof. Miguel Camargo, pela substituição nas aulas de Agrossilvicultura durante a minha ausência;

A Adalton, assentado do programa Tico-Tico, pela ajuda nos trabalhos de campo;

A Domingas, esposa de Adalton, pela “bóia” que saciava nossa fome quando chegávamos dos trabalhos de campo;

A EAF/Araguatins, pela liberação para fazer tal capacitação;

A comunidade do assentamento Tico-Tico, pela convivência e aprendizado durante o período de condução do experimento;

A FAPEMA, pelo auxílio na forma de bolsa;

A CONCRAB – Confederação das Cooperativas da Reforma Agrária do Brasil, na pessoa do Coordenador estadual no Maranhão Fábio Oliveira Barros, pela doação das sementes dos adubos verdes no primeiro ano;

## **BIOGRAFIA**

**IDELFONSO COLARES DE FREITAS**, filho de Afonso de Lima Colares e Judite Ferreira de Freitas, nasceu em 26 de janeiro de 1966, no município de Solonópolis, Estado do Ceará.

Concluiu o segundo grau na Escola Agrotécnica Federal de Iguatú, no ano de 1984, na cidade de Iguatú, Estado do Ceará.

Ingressou no curso de Licenciatura Plena em Ciências Agrícolas na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ no ano de 1986, e concluiu no ano de 1989. Em abril de 1990, ingressou como Professor de Ensino de 1º e 2º Graus na Escola Agrotécnica Federal de Araguatins, Estado do Tocantins, onde se encontra até a presente data.

No ano de 1994, ingressou no curso de Especialização em Metodologia do Ensino Superior na Universidade Federal de Viçosa-MG – UFV, concluindo no mesmo ano.

Em março de 2006, iniciou o curso em nível de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia na Universidade Estadual do Maranhão – UEMA.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	VIII
LISTA DE FIGURAS.....	IX
RESUMO.....	X
ABSTRACT.....	XI
1. INTRODUÇÃO.....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1. Importância dos adubos verdes de cobertura.....	14
2.2. Ciclagem de nutrientes.....	15
2.3. Qualidade de resíduos.....	17
2.4. Produção de massa seca e supressão de ervas espontâneas por adubos verdes de cobertura.....	19
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1. Características do local.....	23
3.2. Instalação do experimento e delineamento experimental.....	24
3.3. Preparo da área e plantio das culturas.....	26
3.4. Coleta de dados.....	26
3.4.1. Coleta de massa seca dos adubos verdes e das ervas espontâneas.....	26
3.4.2. Poda do sombreiro.....	27
3.4.3. Colheita do milho ( <i>zea mays L</i> ) e feijão caupi ( <i>vigna unguiculata</i> ).....	27
3.5. As análises químicas.....	27
3.5.1. Qualidade de resíduo.....	27
3.5.2. Teores de macronutrientes dos resíduos.....	28
3.6. Análise dos dados.....	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1. Produção de massa seca das leguminosas.....	30
4.2. Qualidade de resíduos.....	31
4.2.1. Teores de nutrientes nos resíduos.....	31
4.2.2. Índice de Qualidade de Resíduo de Planta (IQRP).....	32
4.3. Acúmulo de nutrientes na massa seca das leguminosas.....	33
4.3.1. Nitrogênio.....	33

4.3.2 Fosforo.....	35
4.3.3. Potássio.....	35
4.3.4 Cálcio.....	36
4.3.5. Magnésio.....	36
4.4. Estoque de nutrientes nos sistemas.....	36
4.5. Supressão de ervas espontâneas pelos adubos verdes.....	38
4.6. Rendimento do milho e do feijão caupi.....	41
5. CONCLUSÕES.....	44
6. REFERÊNCIAS.....	45

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Concentração de nutrientes encontrados em alguns adubos verdes usados como cultura de cobertura de solo.....	16
<b>Tabela 2.</b> Características pedológicas do perfil do solo da área do experimento.....	24
<b>Tabela 3.</b> Produção de massa seca das leguminosas e concentração de N, P, K, Ca e Mg nos resíduos em dois anos consecutivos.....	30
<b>Tabela 4.</b> Relação C/N, Lignina, Polifenóis e Índice de Qualidade de Resíduo de Plantas (IQRP) dos adubos verdes.....	33
<b>Tabela 5.</b> Totais de nutrientes potencialmente ciclados em dois anos consecutivos.	34
<b>Tabela 6.</b> Estimativa da quantidade total de nutrientes acumulados ao solo nas diferentes combinações de adubos verdes.....	37
<b>Tabela 7.</b> Quantidade e massa seca das ervas monocotiledôneas e dicotiledôneas, quantidade total e massa seca total das ervas nos tratamentos.....	38
<b>Tabela 8.</b> Rendimento do milho ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) em dois anos e feijão caupi (segundo ano).....	42

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Media de temperatura e precipitação da estação experimental de Coroatá-MA.....	23
<b>Figura 2.</b> Croqui da área experimental ilustrando a disposição dos blocos e tratamentos.....	25
<b>Figura 3.</b> Rendimento de massa seca dos adubos verdes de cobertura, ervas espontâneas e trapoeraba nos tratamentos no segundo ano.....	40
<b>Figura 4.</b> Fotografia de infestação por ervas espontâneas nos tratamentos com feijão de porco (parte alta) e espectralis (parte baixa).....	40

# CICLAGEM DE NUTRIENTES E SUPRESSÃO DE ERVAS ESPONTÂNEAS POR ADUBOS VERDES SOB UM SISTEMA EM ALÉIAS

Autor: IDELFONSO COLARES DE FREITAS

Orientador: PROF. DR. EMANOEL GOMES DE MOURA

**RESUMO** - O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de adubos verdes de cobertura na ciclagem de nutrientes e supressão de ervas espontâneas em um sistema em aléias com sombreiro (*Clitoria fairchildiana* R. A. Howard.), usando como indicador a cultura do milho em sucessão aos adubos verdes por dois anos. O experimento foi realizado entre maio/2006 e maio/2008 em uma área de assentamento do INCRA, no município de Miranda do Norte-MA localizado a 3° 36'S e 45° 24'W. O delineamento experimental usado foi o blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições. Cada subparcela tinha 26m<sup>2</sup> e foram compostas das seguintes espécies: T<sub>1</sub>-*Stylosanthis capitata*, T<sub>2</sub>-*Crotalaria spectabilis*, T<sub>3</sub>-*Crotalaria juncea*, T<sub>4</sub>-*Canavalia ensiformes* e T<sub>5</sub>-Controle, cultivadas em dois sistemas distintos: primeiro ano – sem corte do sombreiro por ocasião do plantio dos adubos verdes, segundo ano – com corte do sombreiro e consórcio dos adubos verdes com feijão caupi. Os resultados apontaram que apenas o sistema com *Stylosanthis capitata* no segundo ano não seria capaz de suprir integralmente o milho com N para um rendimento de 2.000 kg ha<sup>-1</sup> e todos os sistemas seriam necessários complementação de P. O melhor rendimento do milho no primeiro ano foi sobre resíduos das crotalárias e no segundo ano não houve diferença entre os tratamentos. A melhor produtividade do feijão caupi foi em consórcio com *Canavalia ensiformes* com rendimentos similar ao controle e nenhum sistema foi capaz de suprimir significativamente as ervas espontâneas nas condições estudadas.

**Palavras chaves:** leguminosas; milho; *Clitoria fairchildiana*; aporte de nutrientes.

## CYCLING OF NUTRIENTS AND SUPPRESSION OF WEED FOR GREEN MANURES UNDER A SYSTEM IN ALLEY CROP

Author: IDELFONSO COLARES DE FREITAS

Adviser: PROF. DR. EMANOEL GOMES DE MOURA

**ABSTRACT** - The objective of this work was developed to evaluate the green manures of covering in the cycling of nutrients and suppression of weed in a system in alley crop with *Clitoria fairchildiana* R. A. Howard., It was used as reference in the culture of the maize in succession to the green manures for two years. The experiment was accomplished between May/2006 and May/2008 in an area of establish INCRA (Instituto Nacional as of Colonisation and Reform Agraria), where is located on the 3° 36'S and 45° 24'W in the municipal district of Miranda do Norte-MA. The experimental outline has been used the blocks randomly with five treatments and four repetitions. Each of these sub parcels had 26m<sup>2</sup> and they were composed of the following species: T<sub>1</sub>-*Stylosanthis capitata*, T<sub>2</sub>-*Crotalaria spectabilis*, T<sub>3</sub>-*Crotalaria juncea*, T<sub>4</sub>-*Canavalia ensiformes* and T<sub>5</sub>-Control, they were cultivated in two different systems: The first year-without cutting of the *Clitoria fairchildiana* for occasion of the and consortium of planting of the green manures. The second year-with cutting of the *Clitoria fairchildiana* the green manures among with *caupi bean*. The results just showed that the System with *Stylosanthis capitata* in the second year was not capable to supply the maize integrally with N to yield of 2.000 kg ha<sup>-1</sup>, and all of the systems would be necessary complementation of P. The best yield of the maize for the first year was over on residues of the crotalarias and in the second year not has difference between the treatments. The best productivity of the caupi bean was among with *Canavalia ensiformes* with similar yield to the control; any system was capable to suppress the weed significantly in the studed conditions.

**Key words:** legumes; *Zea maize*; *Clitoria fairchildiana*; nutrients' storage.

## 1. INTRODUÇÃO

As elevadas temperaturas e os altos índices de precipitações pluviométricas durante a maior parte do ano, conferem aos trópicos, estratégias particulares de desenvolvimento da flora e fauna locais. Pois estas condições climáticas, somadas a um material de origem pobre, formam solos muito intemperizados, sujeitos a intensa lixiviação, geralmente muito ácidos e pobres quimicamente. A expressiva produção de matéria orgânica produzida neste ambiente é rapidamente mineralizada pela intensa atividade dos organismos decompositores, representando a principal fonte de nutrientes para a vegetação. A pressão de pragas, favorecido pelo clima, é muito intensa e por fim, as ervas espontâneas encontram ambiente adequado para seu desenvolvimento.

Todos esses fatores conduzem a uma prática de agricultura itinerante, fundamentada no corte e queima da vegetação nativa para fertilizar o solo por meio das cinzas, que geralmente não chega a usá-lo por mais de três ciclos de cultivo (SCHMITZ, 2007). O resultado é o abandono da área e a formação de capoeiras para restabelecer a fertilidade do solo, invariavelmente mais pobre em diversidade biológica quando comparada à floresta primária. O agravante neste cenário é que o elevado custo ambiental desta prática agrícola, não se traduz em retornos econômicos que garantam a dignidade do agricultor, principalmente quando se refere a quem pratica pousio de curta duração devido a reduzida área para trabalhar, pois observa-se que a grande maioria desta população vive abaixo da linha de pobreza (FERRAZ Jr., 2004).

Várias alternativas têm sido estudadas com o objetivo de minimizar o impacto ambiental causado pela agricultura itinerante de corte e queima, no sentido de que a área cultivada seja economicamente viável e cultivada continuamente (SCHMITZ, 2007). Para essa região, já é consenso na comunidade científica que a agrossilvicultura representa uma saída promissora para a agricultura familiar, pois permite retornos econômicos mais estáveis com poucos investimentos e mão de obra, abrindo a possibilidade de melhor conservação dos naturais (DUBOIS et al., 1996). Neste sentido, quatro frentes de pesquisas tem se destacado: ciclagem de nutrientes, controle de ervas espontâneas, controle de pragas e doenças e sucessão ecológica.

O sistema em aléias surge como uma alternativa a agricultura itinerante praticada nos tópicos, pois incorpora componentes essenciais de sustentabilidade. A leguminosa perene usada (componente florestal arbóreo) tem o papel de recuperar a capacidade produtiva do solo, devido à fixação biológica de nitrogênio atmosférico,

fornece resíduos de qualidade para proteger o solo dos rigores climáticos e cicla grande parte dos nutrientes necessários às culturas de interesse econômico dentre outros benefícios. A diversificação e a alternância das espécies comerciais cultivadas nas aléias melhoram significativamente a diversidade biológica do sistema quando comparado aos monocultivos, diminuindo a pressão de pragas e dando mais estabilidade ao sistema (DUBOIS et al., 1996). Durante o período de pousio destes sistemas de produção, as ervas espontâneas encontram ambientes adequados para se desenvolver, produzindo um enorme banco de sementes e conseqüentemente acarretando danos na produção da cultura comercial em sucessão.

São raros os resultados de pesquisa relativos ao plantio de leguminosas herbáceas, no período de pousio, como forma de melhorar a ciclagem de nutrientes e controlar ervas espontâneas. Os poucos estudos encontrados contemplam apenas as leguminosas arbóreas do sistema ou leguminosas herbáceas perenes plantadas em consórcio com a cultura principal, cuja avaliação da capacidade de controle das plantas espontâneas foi feita durante o ciclo vegetativo da cultura supressora. O cultivo de leguminosas herbáceas de alta qualidade de resíduo durante o período de pousio nestes sistemas protege o solo do efeito do clima, melhora o índice de decomposição dos resíduos do componente arbóreo e diminui a germinação de sementes de ervas espontâneas. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de adubos verdes cultivados em consórcio com a cultura de safrinha, na ciclagem de nutrientes e supressão de ervas espontâneas em um sistema em aléias em um Plintossolo Argilúvico Distrófico no centro norte do Maranhão.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Importância dos adubos verdes de cobertura**

Apesar das gramíneas serem muito usadas como adubos de cobertura, em particular o milheto, as leguminosas são preferidas para este fim (OLIVEIRA et al., 2004), por sua capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico quando forem capazes de formar simbiose com bactérias do grupo dos rizóbios, produzir grandes quantidades de massa seca, apresentar sistema radicular pivotante capaz de extrair nutrientes de camadas mais profundas do solo (FAVERO et al., 2000) e por apresentar baixa relação C/N, quando comparada a plantas de outras famílias, que aliados à grande presença de compostos solúveis, favorece sua mineralização microbiana e conseqüentemente ciclagem de nutrientes (PERIN et al., 2004). Como exemplo das vantagens das leguminosas sobre as gramíneas para fins de adubação verde pode-se citar o trabalho de Braz et al. (2006) que, ao testarem doses crescentes de uréia agrícola no sorgo cultivado sobre resíduos de gramíneas e leguminosas em um Latossolo Vermelho Distrófico em Santo Antônio de Goiás-GO, constataram que as melhores produtividades na ausência de coberturas nitrogenadas ocorreram sobre resíduos de leguminosas, apesar do menor volume de massa seca produzido por estas em relação à maioria das gramíneas testadas.

Alvarenga et al. (2001), relatam que na escolha das plantas de cobertura o conhecimento de sua adaptação à região e a habilidade em se desenvolver num ambiente menos favorável, é um fator decisivo. Além disso, deve ser considerada a produção de massa seca, as condições do solo, a tolerância ao déficit hídrico, a possibilidade de utilização em culturas comerciais e o potencial dessas plantas em serem hospedeiros de pragas e doenças. Para Espíndola et al. (1997), além destas características a espécie deve apresentar também um rápido crescimento inicial, eficiente cobertura do solo, elevados teores de N na massa seca, promoverem ciclagem de nutrientes como P, K, Ca e Mg e apresentarem sistema radicular bem desenvolvido. Ainda segundo estes autores, adubação verde consiste numa prática capaz de manter a fertilidade do solo, colaborando para o aumento da produtividade agrícola. No entanto, não se devem esperar respostas imediatas uma vez que os benefícios oriundos da adição da massa seca ao solo são mais significativos a médio e longo prazo. Essas técnicas devem ser avaliadas ainda em função das vantagens relacionadas à fixação biológica de nitrogênio, proteção e melhoria das características físicas e biológicas do solo.

## 2.2. Ciclagem de nutrientes

Nos ecossistemas naturais, existem mecanismos eficientes de ciclagem de nutrientes, os quais garantem um equilíbrio dinâmico entre a entrada e saída do sistema, podendo manter uma vegetação abundante mesmo em solos de baixa fertilidade natural. Nos agroecossistemas, normalmente este equilíbrio é quebrado e a quantidade de matéria orgânica adicionada ao solo, geralmente é insuficiente para equilibrar as perdas por erosão, lixiviações e extração pelas culturas para fora do sistema, levando a desestruturação do solo e perda da fertilidade natural e conseqüentemente a insustentabilidade dos agroecossistemas (KHATOUNIAN, 2001). O padrão de ciclagem de nutrientes nos trópicos úmidos é diferente do padrão de áreas temperadas. Nas regiões frias, uma grande parcela da matéria orgânica e dos nutrientes permanece no solo e sedimentos, enquanto que, nos trópicos, o maior reservatório está na biomassa, sendo reciclado dentro das estruturas orgânicas do sistema. Além disso, a taxa de ciclagem, ou seja, a velocidade com que os nutrientes se movimentam entre e dentro dos compartimentos, é muito mais rápido numa floresta tropical do que numa floresta temperada (ODUM, 1988).

São relativamente recentes os estudos da influência dos resíduos culturais deixados na superfície do solo sobre o rendimento de culturas plantadas em sucessão. Embora grande quantidade de N possa existir na parte aérea das culturas de cobertura, a quantidade real de N que será aproveitada pela cultura em sucessão irá depender do sincronismo entre a decomposição da massa seca e a taxa de demanda da cultura (BRAZ et al., 2006). Além disso, as quantidades de nutrientes acumuladas na parte aérea das culturas de cobertura, em especial as leguminosas, são proporcionais às quantidades de massa seca produzidas por estas, variando entre as espécies e eficiência de absorção (FAVERO et al., 2000). Na tabela I, encontra-se a concentração de nutrientes da parte aérea de alguns adubos verdes usados como cultura de cobertura produzidos nas mais diversas condições edafoclimáticas. No entanto, sabe-se que apenas uma parte dos nutrientes acumulados pela massa seca dos adubos verdes de cobertura são transferidos para a fitomassa das culturas cultivadas em sucessão. O balanço de N em agroecossistemas mostra que apenas uma pequena parte de N é suprida devido aos ganhos potenciais de matéria orgânica do solo, a maior parte é provavelmente perdida (JANZEN et al., 2003). Lehmann et al. (2002), estudando a ciclagem de N em monocultivos de sorgo cultivado em aléias com *Acacia Saligna* no Kenia, constataram que o componente arbóreo do sistema não afetou a lixiviação nem a

absorção do N aplicado pela massa seca superficial. Araújo (2007), pesquisando espécies de cobertura do solo em um sistema em aléias com sombreiro em Miranda do Norte-MA, concluiu que a produção de massa seca do feijão de porco somado a do sombreiro, pode permitir um maior aporte de N e reciclagem de alguns nutrientes, sobretudo K e Ca, em quantidades adequadas as necessidades de algumas culturas anuais.

**Tabela 1.** Concentração de nutrientes encontrados em alguns adubos verdes usados como cultura de cobertura de solo.

Espécie	Solo/local	N P K Ca Mg					Referência
		-----g kg <sup>-1</sup> -----					
<i>Crotalaria juncea</i>	Cambissolo-Viçosa-MG	32,7	3,5	31,4	9,8	6,8	Perin et al. (2004)
<i>Crotalaria juncea</i>	Lotossolo Vermelho-Amarelo-Goiânia-GO	20,8	1,7	1,7	36,0	4,2	Menezes & Leandro (2004)
<i>Crotalaria spectabilis</i>	Lotossolo Vermelho	32,9	3,9	25,8	21,1	4,2	Saminêz et al. (2003)
<i>Crotalaria spectabilis</i>	Lotossolo Vermelho-Bebedouro-SP	18,0	1,8	19,0	13,0	4,0	Silva et al. (2002)
<i>Canavalia ensiformes</i>	Lotossolo Vermelho-Amarelo-Goiânia-GO	20,7	1,8	21,8	22,1	3,7	Menezes & Leandro (2004)
<i>Canavalia ensiformes</i>	Lotossolo Ver...-Esc.-Sete Lagartos-MG	22,9	0,5	4,6	9,5	0,9	Favero et al. (2000)
<i>Stylosanthis guianensis</i>	Argissolo Seropédica-RJ	17,5	1,3	9,2	-	-	Guerra & Teixeira (1997)
<i>Pennisetum glaucum</i>	Cambissolo-Viçosa-MG	13,9	3,8	48,3	5,1	6,0	Perin et al. (2004)
<i>Clitoria fairchildiana</i>	Plintossolo-Miranda do Norte-MA	32,8	3,1	12,8	8,3	0,2	Araújo (2007)

Apesar da extensa literatura quanto a ciclagem de nutrientes por meio da massa seca da parte aérea de culturas de cobertura de solo, também sabe-se que a massa seca radicular contribui com uma parcela bastante significativa no processo de ciclagem de nutrientes. Para Risasi et al. (1998), embora seja difícil a quantificação precisa em condições de campo, sabe-se que o sistema radicular constitui uma grande porção da massa seca vegetal, podendo alcançar em espécies arbóreas valores entre 15 e 50%. Portanto, o potencial de contribuição das raízes das árvores para o cultivo em aléias pode ser muito significativo (FERRAZ JUNIOR, 2004). Outra quantidade bastante

representativa de nutrientes ciclados nos agroecossistemas ocorre por meio das ervas espontâneas. Favero et al. (2000), estudando o crescimento e acúmulo de nutrientes pela parte aérea de plantas espontâneas e de leguminosas utilizadas como adubos verdes, constataram que poucos foram as espécies de ervas espontâneas que apresentaram teores de Ca e N próximo ou superiores aos das leguminosas. Já para o K, Mg e P a tendência se inverteu, a maioria das plantas espontâneas apresentou maiores teores de K e Mg e, varias delas, maiores teores de P. Dentre as espécies estudadas pelos autores, destacou-se a *Commelina benghalensis* (trapoeroba) com teores de P, K e Mg maiores que os das leguminosas, sendo mais de três vezes o teor de K. Resultados similares ao de Favero et al. (2000), também foram encontrados por Perin et al. (2004).

Neste contexto, no trópico úmido, a adição de resíduos orgânicos é essencial para sustentar a fertilidade do solo, porque estes resíduos adicionam nutrientes por meio da mineralização, principalmente nitrogênio, e ajuda a manter os teores de matéria orgânica do solo, além de minimizar os efeitos adversos da erosão, do encrostamento, da desestruturação, da temperatura elevada e da redução da capacidade de troca catiônica (RODER et al., 1995).

### **2.3. Qualidade de resíduos**

A decomposição do material vegetal adicionado ao solo é um processo biológico, que se encontra relacionado a fatores como a composição química dos resíduos vegetais, temperatura, umidade, pH e teor de nutrientes no solo, dentre esses fatores merece destaque a composição química dos resíduos (PALM & SANCHENG, 1991). A relação entre as quantidades de carbono e nitrogênio (relação C/N), além dos teores de lignina e polifenóis influenciam a mineralização e a disponibilidade do N para as culturas consorciadas ou em rotação (ESPINDOLA et al., 1997). Resíduos com baixa relação C/N (< 25) e reduzidos teores de lignina e polifenóis, apresentam rápida mineralização e fornecem grandes quantidades de nutrientes para as culturas subseqüentes, já os resíduos com elevada relação C/N (> 25) e altos teores de lignina e polifenóis sofrem uma decomposição mais lenta, podendo formar uma cobertura morta estável que contribui para melhoria das características físicas do solo, tais como a estrutura, a infiltração de água, entre outros (HAYNES, 1986).

São raras as informações relativas aos quantitativos destes constituintes orgânicos nas espécies pesquisadas neste trabalho, porém são relativamente vastos os trabalhos neste sentido com outras espécies que podem ser cultivadas com o mesmo

propósito, entre eles pode-se citar: Leblanc et al. (2006) pesquisando ingá na Costa Rica encontrou relação C/N de 21,7, polifenóis 5,02% e lignina 18,90%, Cobo et al. (2002) com feijão bravo do Ceará na Colômbia encontrou relação C/N de 12,0%, polifenóis de 8,40 e lignina de 6,50%, enquanto que para a mucuna os valores foram de 15,3, 8,80% e 7,90%, respectivamente. Para a leucena, Tian et al. (2001) trabalhando em Ibadan na Nigéria encontrou teores de polifenóis de 3,63% e lignina de 1,19%, enquanto que Palm & Sanchez (1991) na Amazônia Peruana encontraram valores de 2,94% para polifenóis e 5,20% para lignina. Ainda para a leucena e em análise de folhas e ramos, Oglesby & Fownes (1992) encontraram 2,93% de polifenóis e 11,10% de lignina. Para o ingá, Palm & Sanchez (1991) encontraram valores de 3,47% de polifenóis e 16,30% de lignina, enquanto que Oglesby & Fownes (1992), relatam valores de 3,83% de polifenóis e 18,30% de lignina.

Segundo Ibewiro et al. (2000), a decomposição e a taxa de liberação de N dos resíduos vegetais são fortemente correlacionados com a relação (lignina/polifenóis)/N, conteúdo de N, relação lignina/N, relação polifenol/N, relação C/N e o conteúdo de lignina dos resíduos. A interação dos polifenóis com N depende da estrutura química presente no material (PALM & SANCHEZ, 1991); alguns polifenóis formam estruturas complexas com grupos aminas, tornando a mineralização mais difícil em curto prazo, ou seja, altos teores de polifenóis nos resíduos contribuem para a imobilização do N por integrarem algumas proteínas (TIAN et al., 2001), porém pode ser importante dentro de um processo de gerenciamento de adição de nutrientes via matéria orgânica no solo a longo prazo. A mineralização do N dos resíduos das leguminosas está mais correlacionada com o conteúdo de polifenóis contido no material que com o teor de lignina (OGLESBY & FOWNES, 1992). Collier et al. (2006), pesquisando doses crescentes de adubos nitrogenados sobre resíduos de juncea e feijão de porco usando como indicador a cultura do milho em um Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico em Gurupi-TO, constataram que o cultivo desta cultura em sucessão a resíduos de crotalária produziu 26% a mais que sobre resíduos de feijão de porco na ausência de adição de adubos nitrogenados solúveis. Este resultado está relacionado à decomposição mais rápida dos restos orgânicos da crotalária em relação ao feijão de porco, apresentando maior sincronismo com a demanda da cultura do milho.

De um modo geral, quando o objetivo é proporcionar uma melhor cobertura ao solo, favorecendo um ambiente propício a conservação da umidade, atividade microbiana, porosidade do solo e sequestro de carbono, a melhor opção é o uso de

gramíneas ou seu consórcio com leguminosas como adubos verdes de cobertura, pois sua alta relação C/N favorece a permanência dos restos orgânicos sobre o solo (MENEZES & LEANDRO, 2004). Outra opção neste sentido é o uso de leguminosa perene de baixa qualidade de resíduo e comprovada adaptabilidade às condições edafoclimáticas locais, neste sentido, Leblanc et al. (2006), ao analisar a decomposição de duas espécies de *Ingá spp.* em experimento com “litterbag” na Costa Rica, constatou que o *Ingá edulis* só decompôs 59% de sua massa em 20 semanas, classificando-o como de baixa qualidade do ponto de vista de ciclagem de nutrientes, porém, promissor do ponto de vista de proteção ao solo e sequestro de carbono.

Com o objetivo de mensurar a qualidade dos resíduos de plantas, Tian et al. (1995), desenvolveu uma equação tomando como referência a relação C/N, teor de polifenóis e teor de lignina contido nos resíduos vegetais, tendo como resultado final o Índice de Qualidade de Resíduo de Plantas (IQRP), que pode ser usado para selecionar culturas de cobertura que apresentem maior ou menor índice de mineralização de seus resíduos. Com este propósito, o referido autor encontrou para alguns resíduos os seguintes valores: leucena (folhas) 14,1, leucena (poda) 8,3, sena (folhas) 11,5, gliricidea (folhas) 12,4, caliandra (folhas) 9,2, mucuna (folhas) 9,0, arroz (palha) 4,9 e milho (troncos) 4,7. Para as mesmas condições ambientais, um menor IQRP significa que os resíduos são mineralizados em um prazo mais longo.

#### **2.4. Produção de massa seca e supressão de ervas espontâneas por adubos verdes de cobertura**

Nenhuma planta é intrinsecamente daninha. As circunstâncias de local e momento determinam as que são desejadas, indiferentes ou indesejadas (KISSMANN, 1997).

As ervas espontâneas (ALTIERI, 2002), também chamadas de ervas adventícias ou invasoras por Gliessman (2001), comumente chamadas de ervas daninhas pelos adeptos da revolução verde, são plantas especializadas por serem bem sucedidas em áreas de produção, ocupando um nicho que favorece populações anuais de estratégia “r” ou ruderais (GLIESSMAN, 2001). Estas espécies competem com a cultura por umidade, luz e nutrientes (FAVERO et al., 2000), e quando não são controladas podem impedir ou retardar o desenvolvimento da cultura (ZOSVCHKE & QUADRANTI, 2003), acarretando decréscimo na produção e qualidade do produto colhido, bem como aumentando os custos de produção em todas as partes do mundo, respondendo pela

maior parte dos custos com agroquímicos (MARSHALL et al., 2003). O controle químico de ervas espontâneas mesmo quando eficiente em curto prazo, além de outros efeitos ambientais, se repetido com o mesmo princípio ativo, exerce alta pressão de seleção sobre a população das ervas (VARGAS et al., 2001). Isto ocorre principalmente em áreas onde a prática comum é o monocultivo intensivo, nas quais os herbicidas são aplicados com o objetivo de eliminar quase toda a população de ervas espontâneas incidentes (CHRISTOFFOLETI et al., 1994). Porém, com a preocupação quanto aos possíveis impactos dos herbicidas no meio ambiente, tem sido comum a retomada de antigas práticas culturais de controle de ervas espontâneas visando, sobretudo, o manejo integrado.

Para Favero et al. (2000), apesar das espécies espontâneas nas áreas de pastagens serem consideradas como “plantas daninhas”, “ervas invasoras”, “inços” e outras denominações, do ponto de vista dos prejuízos que podem acarretar as espécies cultivadas, elas podem promover os mesmos efeitos de proteção do solo e ciclagem de nutrientes que espécies cultivadas ou introduzidas para adubação verde. Por meio de um estudo do crescimento e acúmulo de nutrientes pela parte aérea de plantas espontâneas e de leguminosas utilizadas como adubos verdes, conduzidos com e sem capinas, os autores constataram que o consorcio (sem capina) diminuiu a produção de massa seca das plantas espontâneas, no caso, as leguminosas exerceram um efeito de abafamento e repressão, possivelmente estiveram presentes também efeitos alelopáticos. Efeitos supressivos de culturas de coberturas sobre populações de ervas espontâneas podem ocorrer principalmente em decorrência da formação de barreira física, por meio da massa seca acumulada que impede, sobretudo, a incidência de luz sobre a superfície do solo onde estariam os bancos de sementes, para tanto, Araújo (2007) é necessário que a produção de massa seca das leguminosas coincida com a época do surgimento das ervas para que a prática seja bem sucedida.

É vasta a variação na produtividade de massa seca das leguminosas usadas como culturas de cobertura encontradas na literatura, pois estas dependem das condições edafoclimáticas em que são estabelecidas/cultivadas, densidade de plantio, ausência ou não de capina e época em que é feita a amostragem. Collier et al. (2006) pesquisando em Latossolo Vermelho Distrófico em Gurupi-TO, encontraram produções de massa seca para a juncea e feijão de porco na ordem de 9,51Mg ha<sup>-1</sup> e 6,99Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Já Menezes & Leandro (2004), pesquisando estas mesmas espécies em Latossolo Vermelho Amarelo em Goiânia-GO, encontraram valores de 13,02Mg ha<sup>-1</sup> e

8,35Mg ha<sup>-1</sup> respectivamente. Resultados semelhantes aos de Collier et al. (2006), em relação a juncea, também foram encontrados por Perin et al. (2004) em um Cambissolo em Viçosa-MG e por Trivelin (2007) em um Latossolo Vermelho Distrófico em Servéria-MS, que relatam produtividades de massa seca da juncea de 9,34Mg ha<sup>-1</sup> e 9,77/8,61Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Os valores destes últimos estudos representam as produtividades de dois anos consecutivos fazendo uso de irrigação nos períodos secos. Ainda em relação à juncea, Pereira et al. (2005) trabalhando em Argissolo Vermelho Amarelo em Seropédica-RJ, conseguiram rendimentos de 6,80/10,70Mg ha<sup>-1</sup> em períodos de outono/inverno e primavera/verão, respectivamente. Já Favero et al. (2000), pesquisando em Latossolo Vermelho Escuro em Sete Lagartos-MG, conseguiram 5,37Mg ha<sup>-1</sup> para o feijão de porco e Braz et al. (2006), em Latossolo Vermelho Distrófico em Santo Antonio de Goiás-GO, relatam rendimentos de 3,49Mg ha<sup>-1</sup> para o estilosante mineirão.

Para o sucesso na supressão de ervas por meio do plantio de adubos verdes, além destes produzirem grandes quantidades de massa seca, é necessário que apresentem rápido crescimento inicial, mostrando-se competitivos com a vegetação espontânea que germinar concomitantemente com a espécie supressora e impedindo a incidência de luz sobre o banco de sementes existente no solo.

Guerra & Teixeira (1997), estudando a taxa de cobertura, produção de massa seca e acúmulo de N, P, e K de alguns adubos verdes de cobertura em um solo Argissolo Vermelho Amarelo em Seropédica-RJ, constataram que o estitosante mineirão levou de 135 a 140 dias para cobrir o solo, classificando-o como de crescimento inicial lento em relação as outras leguminosas testadas, embora tenha apresentado produção de massa seca expressiva quando mantido como cobertura permanente, chegando a produzir 4,30 Mg ha<sup>-1</sup> e 15,00 Mg ha<sup>-1</sup> quando amostrado aos 145 e 280 dias após o plantio respectivamente, mostrando ser uma espécie potencial para coberturas permanentes em pomares.

Vários são os relatos de sucesso no controle de ervas espontâneas por meio do plantio direto na palha, porém estes sempre em função da quantidade de massa seca adicionada ao solo, que por sua vez, depende das condições ambientais em que são produzidas e do manejo empregado. Como exemplo pode-se citar o trabalho de Pereira et al. (2005), que ao testar a melhor densidade de plantio da juncea em Seropédica-RJ, constatou que quanto maior a densidade de plantio desta leguminosa, maior foi a produtividade de massa seca e menor foi a ocorrência e biomassa acumulada pela

vegetação espontânea, tornando-se um fator importante para o manejo em sistemas integrados de produção. Fernandes et al. (1999), testando diferentes densidades de adubos verdes de cobertura em Lagarto-SE, constataram que o adensamento de plantio de espécies de porte baixo a médio e de formato cônico como a *espectabilis* foi mais eficiente no controle de ervas espontâneas. Enquanto o feijão de porco foi mais eficiente no controle das ervas quando plantado em baixas densidades, graças ao seu rápido crescimento e folhas largas, porém quando cultivados em altas densidades a produção de massa seca foi reduzida com conseqüentes perdas da capacidade supressiva.

Oliveira et al. (2004), comparando a produtividade do inhame sobre plantio convencional e consorciado com juncea em Nova Friburgo-RJ, constataram que o consorcio diminuiu significativamente a infestação por ervas espontâneas sem prejuízos de produtividade da cultura comercial em relação ao cultivo convencional.

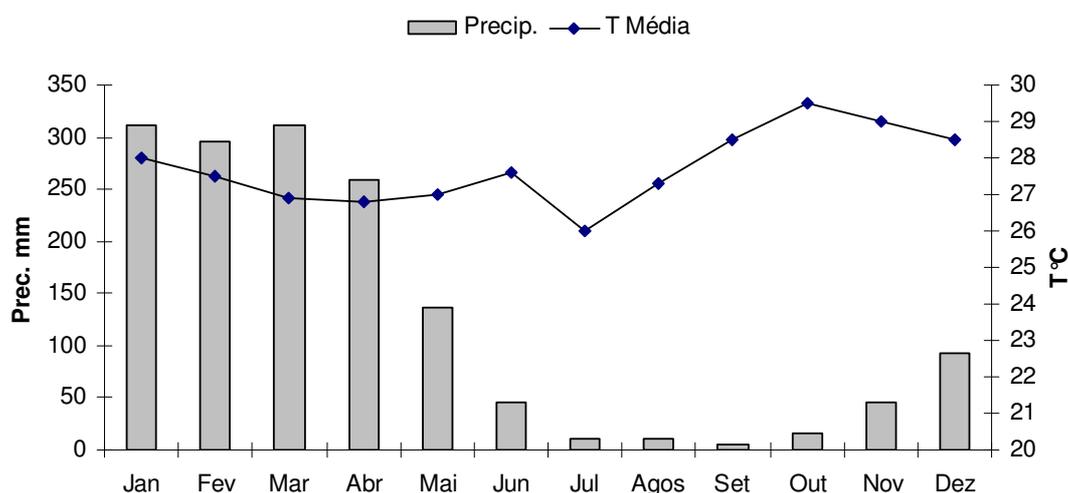
Em oposição aos resultados dos trabalhos que obtiveram sucesso na supressão de ervas espontâneas por meio do uso de adubos verdes de cobertura, Araújo (2007), ao investigar o potencial de supressão do feijão de porco, mucuna preta e calopogonio em um experimento em Miranda do Norte-MA, não encontrou resultados significativos neste sentido.

De um modo geral, a premissa fundamental das culturas de cobertura, como um componente de manejo integrado de ervas espontâneas, é que elas exercem um efeito diferencial sobre ervas espontâneas e a cultura, resultando em relativa diminuição do vigor das ervas espontâneas (WILLIAMS et al., 1998). Contudo, um melhor conhecimento da ecologia das ervas adventícias e inter-relações entre culturas e pressão das ervas espontâneas e manejo de nutrientes, são necessários para melhorar a produtividade agrícola de sistemas de cultivos orgânicos e de baixa entrada de insumos externos com vistas à melhoria da qualidade ambiental do agroecossistema (POUDEL et al., 2002). Além disso, o uso de cultura de cobertura para controle de ervas espontâneas, deve ser vista como um componente do manejo integrado que, combinado com outros métodos, biológicos, cultural e mecânico, pode contribuir para a redução da taxa de aplicação de herbicidas de pós-emergência (WILLIAMS et al., 1998) e no preparo da área para plantio direto, uma vez que nesse sistema de cultivo, o uso de herbicidas para dessecar a cultura de cobertura é prática rotineira.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Características do local

O experimento foi conduzido entre Maio de 2006 e Maio de 2008 em uma área de assentamento do INCRA, no município de Miranda do Norte-MA, localizado a 3° 36' latitude Sul e 45° 24' de longitude Oeste, à 60m de altitude; onde foi implantado em 2002 um sistema de cultivo em aléias com sombreiro, (*Clitoria fairchildiana* R.A. HOWARD.), de aproximadamente um hectare, em espaçamento de 2,60m x 0,50m. O clima do local é do tipo Aw pela classificação de Köppen, com temperaturas e precipitações médias anuais de 27,7°C e 1.538,7mm respectivamente, com período chuvoso de dezembro a maio (Figura 1).



**Figura 1.** Média de temperatura e precipitação da estação experimental de Coroatá-MA entre 17/07/2003 e 30/06/2005, (44°06' W e 04°08' S). Fonte: Laboratório de Meteorologia do Núcleo Geoambiental da UEMA, ANEL.

O relevo do local é plano e o solo foi classificado como Plintossolo Argilúvico Distrófico típico, conforme descrição do perfil na Tabela 2.

**Tabela 2.** Características pedológicas do perfil do solo da área do experimento.

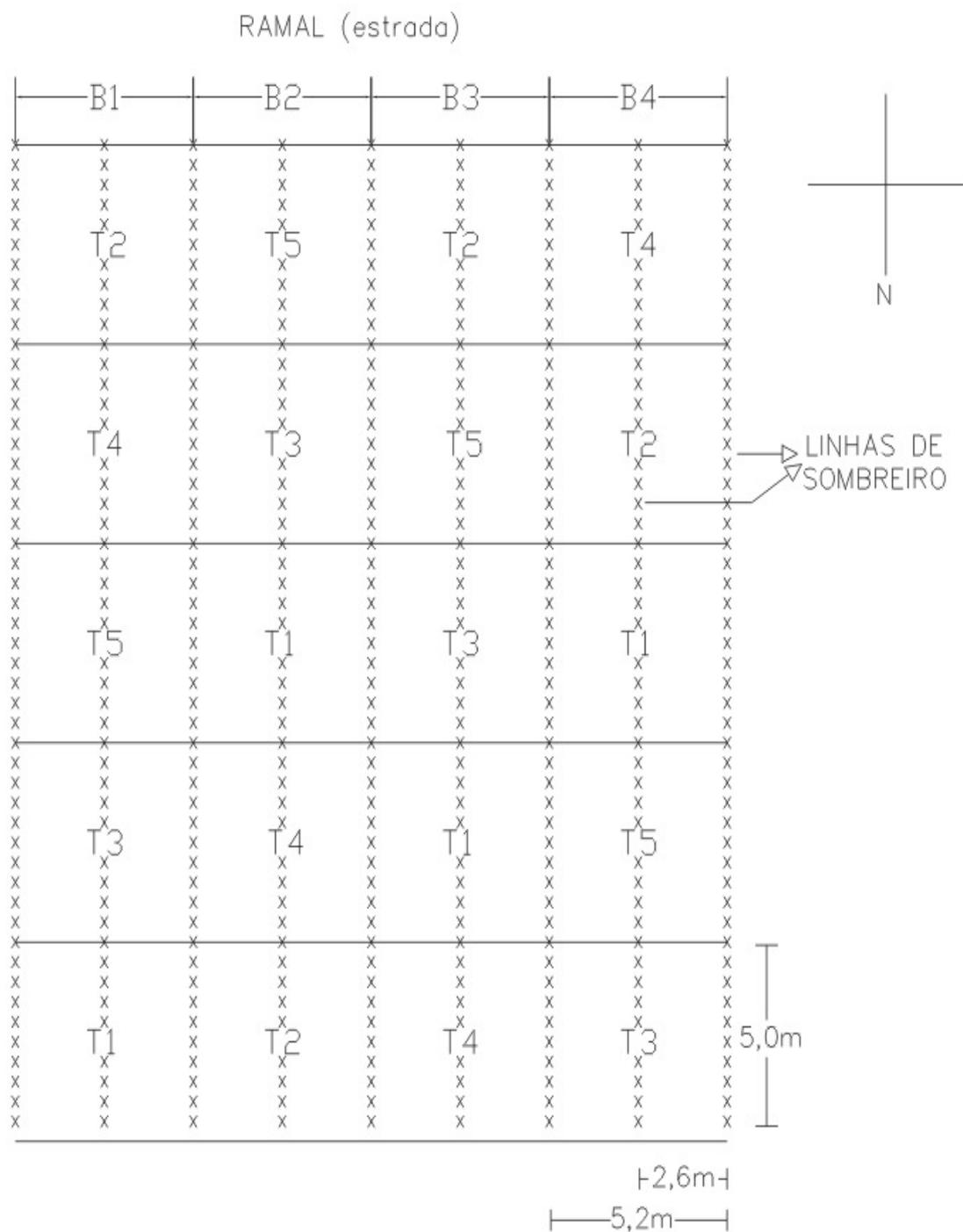
<b>Características Morfológicas</b>											
Horiz.	Prof.(cm)	Cor						Textura			
Ap	0-10	Bruno acinzentado						Franco-siltosa			
BA	10 a 20	Cinza claro						Franco-siltosa			
Btfl	20 a 35	Variegado de bruno						Franco-argilosa			
Btf2	35 a 120	Cinza brunado claro						Franco-siltosa			
2Cf	140 +	Cinza Claro						Franco-siltosa			
<b>Características Físicas</b>											
Horiz.	Granulometria %						Densidade Mg.m <sup>-3</sup>				
	Areia	silte		argila							
Ap	23	68	9			1,3					
BA	29	55	16			1,2					
Btfl	21	40	39			1,5					
Btf2	26	60	14			1,6					
2Cf	31	59	10			1,5					
<b>Características Químicas</b>											
Horiz.	pH	M.O	P	Al <sup>3+</sup>	H+Al	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SB	CTC	V
		CaCl <sub>2</sub> gdm <sup>-3</sup>	mgdm <sup>-3</sup>	_____			mmoldm <sup>-3</sup>		_____		%
Ap	4.3	31	8	5	56	2.7	11	7	21	77	27
BA	4.1	7	5	12	36	1.1	9	8	18	54	33
Btfl	4.1	7	4	28	101	1.9	13	19	34	135	25
Btf2	4.1	-	5	0	60	1.5	7	11	20	80	25
2Cf	6.7	1	4	1	8	1.1	30	63	94	102	92

Fonte: Martins, 2006.

### 3.2. Instalação do experimento e delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições, perfazendo uma área 520m<sup>2</sup>. Cada bloco constou de duas faixas com uma fileira de *Clitoria fairchildiana* ao centro e cinco parcelas de 5,2m x 5,0m, com os tratamentos: T<sub>1</sub>–*Stylosantis capitata* (campo grande), T<sub>2</sub>–*Crotalaria*

*spectabilis* (espectabilis), T<sub>3</sub>–*Crotalaria juncea* (juncea), T<sub>4</sub>–*Canavalia ensiformes* (feijão de porco) e T<sub>5</sub>–Controle, sem leguminosa herbácea de cobertura (Figura 2).



**Figura 2.** Croqui da área experimental ilustrando a disposição dos blocos e tratamentos.

### **3.3. Preparo da área e plantio das culturas**

A capina manual foi feita oito dias antes do plantio das leguminosas deixando os restos vegetais sobre o solo nos dois anos consecutivos. Os adubos verdes foram plantados no dia 25 de Maio de 2006 e 2007 em fileiras contínuas na razão de  $7,7\text{g m}^{-2}$  para o campo grande, *espectabilis* e *juncea*. O feijão de porco foi plantado no espaçamento de  $0,50\text{m} \times 0,30\text{m}$  com três sementes por cova. Os adubos verdes foram conduzidos sem desbaste e sem capina até que completassem seu ciclo. No primeiro ano não foi feita a poda do sombreiro por ocasião do plantio das leguminosas de cobertura, o que prejudicou o desenvolvimento destas espécies em algumas parcelas pelo sombreamento do componente arbóreo do sistema. No segundo ano, dois dias após o plantio dos adubos verdes, foi feita a poda do sombreiro e distribuído uniformemente sobre o solo, o que garantiu um crescimento mais uniforme das leguminosas.

Após prévia capina manual, no dia 03 de janeiro de 2007 e 23 de janeiro de 2008, foram plantados em cada parcela oito fileiras de milho (*Zea mays* L.) da variedade AG 5020 no espaçamento de  $0,70\text{m}$  entre fileiras, posteriormente raleadas para deixar cinco plantas por metro linear. O milho foi semeado usando plantadeira adubadeira manual. Como adubação de plantio foi usada  $30\text{ kg ha}^{-1}$  de N,  $174\text{ kg ha}^{-1}$  de P e  $03\text{ kg ha}^{-1}$  de Zn na forma de adubo composto 10 - 58 - 0 + Zn (MAP) para o primeiro ano. No segundo ano foi usado  $32\text{ kg ha}^{-1}$  de N,  $192\text{ kg ha}^{-1}$  de P,  $115\text{ kg ha}^{-1}$  de K,  $38,4\text{ kg ha}^{-1}$  de Ca e  $25,6\text{ kg ha}^{-1}$  de S na fórmula de adubo composto 5 - 30 - 18 + 6% de Ca e 4% de S.

No segundo ano, no plantio dos adubos verdes, foi plantado feijão caupi (*Vigna unguiculata*) uma variedade local, nas entrelinhas das leguminosas com espaçamento de  $0,30\text{m} \times 0,30\text{m}$  com três sementes por cova usando plantadeira adubadeira manual e adubação de  $60\text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ . No tratamento controle também foi cultivado feijão na mesma densidade dos consorciados.

### **3.4. Coleta de dados**

#### **3.4.1. Coleta de massa seca dos adubos verdes e das ervas espontâneas**

A coleta dos adubos verdes foi feita noventa dias após o plantio usando um quadrado metálico de  $0,50\text{m}$  de lado (IKUENOBE & ANOLIEFO, 2003), em quatro amostragens ao acaso por parcela, (HYVÖNEN et al., 2003; JAKELAITIS et al., 2003). O material amostrado foi pesado em balança de precisão e acondicionado em sacos de

papel, posteriormente foi secado em estufa com renovação de ar à 60°C até peso constante (MARENCO & SANTOS, 1999). Após pesagem, o material seco foi triturado em moinho com peneira de 30 “mesh” e acondicionado em potes plásticos, identificados e enviados ao laboratório para análises químicas. Após avaliação de massa seca, o restante do material foi capinado e depositado sobre o solo.

As ervas espontâneas foram avaliadas trinta e cinco dias após o plantio do milho (ocasião da capina) no primeiro ano e vinte e quatro dias após o plantio do milho no segundo ano, usando a mesma metodologia empregada na coleta de massa seca dos adubos verdes de cobertura.

#### **3.4.2. Poda do sombreiro**

Cinco dias (primeiro ano) e trinta dias (segundo ano) antes do plantio do milho foi feito o corte dos ramos do sombreiro a 0,50m de altura e todo o material podado foi pesado e distribuído uniformemente sobre o solo. Na ocasião, foi retirada uma única amostra do material, composta de ramos e folhas para determinação de massa seca e análise química do material. A metodologia empregada para secagem e preparação do material para análises foi similar a empregada para os adubos verdes de cobertura.

#### **3.4.3. Colheita do milho (*Zea mays L.*) e feijão caupi (*Vigna unguiculata*)**

Cento e trinta dias após o plantio nos dois anos consecutivos, o milho foi colhido em todas as parcelas integralmente, posteriormente secado ao ar livre e quando atingiu a umidade de 16% foi pesado. No segundo ano, aos setenta e cinco dias após o plantio foi feito a colheita do feijão caupi nas parcelas integralmente, debulhado manualmente e pesado.

### **3.5. As análises químicas**

#### **3.5.1. Qualidade de resíduos**

As análises de C, N e lignina foram feitas no Departamento de nutrição animal e pastagem da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), usando metodologia de Tedesco et al. (1995) e Van Soest (1967), respectivamente. Os fenólicos totais foram feitos pela Universidade Federal de Viçosa-MG (UFV), utilizando água quente e reagente Folin Ciocalteu. O total de fenólicos foi expresso em equivalente de ácido gálico em mg/100g da amostra e a absorção foi medida em 765nm. A qualidade

dos resíduos foi feita em uma única amostra para cada adubo verde de cobertura e para o sombreiro.

### 3.5.2. Teores de macronutrientes dos resíduos

No primeiro ano de experimentação foram feitas análises de apenas uma amostra composta (resultante de 04 amostras simples) de cada tratamento e do sombreiro pelo laboratório de análise de solo, plantas e resíduos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), usando metodologia de Tedesco et al. (1995) e, no segundo ano, foram feitas uma análise para cada parcela pelo laboratório SOLOCRIA Laboratório Agropecuário Ltda, usando a seguinte metodologia:

**Nitrogênio** – Transformação de todas as formas de nitrogênio presentes na amostra em nitrogênio amoniacal, através de digestão ácida em presença de catalizadores (ácido sulfúrico + sulfato de cobre + selenito de sódio + sulfato de sódio). Destilação e complexação em ácido bórico com indicador misto (verde de bromocresol + vermelho de metila) e posterior titulação com ácido sulfúrico a 0,025 mol/litro;

**Fósforo** – Digestão da amostra com mistura nitroperclórica e determinação do elemento por colorimetria com molibdato de amônio e ácido ascórbico;

**Potássio** – Digestão da amostra com mistura nitroperclórica e determinação do elemento por fotometria de chama e;

**Cálcio e Magnésio** – Digestão da amostra com mistura nitroperclórica e determinação dos elementos por absorção atômica;

### 3.6. Análise dos dados

O índice de qualidade de resíduos de plantas de Tian et al. (1995) foi calculado pela fórmula:

$$IQRP = \left[ \frac{1}{aC/N + bLignina + cPolifenóis} \right] * 100$$

onde:

- a, b e c = São coeficientes de contribuição do conteúdo de cada composto e são representados pelos valores de 0,423, 0,439 e 0,138 respectivamente;
- C/N = Relação carbono nitrogênio em porcentagem;
- Lignina = Teor de lignina revelado na análise em porcentagem e;
- Polifenóis = Teor de polifenóis revelado na análise em porcentagem.

O total de nutrientes potencialmente ciclados pelos adubos verdes foi obtido por meio da substituição do percentual revelado na análise na produção de massa seca de cada parcela.

Durante o período de crescimento dos adubos verdes de cobertura foram coletadas informações relativas à precipitação local.

Os dados foram submetidos a análise de variância pelo programa ASSISTAT VERSÃO 7,4 beta e as médias comparadas pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Produção de massa seca das leguminosas

No primeiro ano, o melhor rendimento de massa seca foi do feijão de porco (2,89 Mg ha<sup>-1</sup>), seguido pela juncea (2,02 Mg ha<sup>-1</sup>) e pela *espectabilis* (1,27 Mg ha<sup>-1</sup>). O campo grande (0,60 Mg ha<sup>-1</sup>) produziu a menor quantidade de massa seca dentre as espécies herbáceas testadas (Tabela 3). No segundo ano, a juncea e a *espectabilis* produziram massa seca semelhante e em maior quantidade (5,14 Mg ha<sup>-1</sup> e 3,91 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente), seguida pelo feijão de porco (3,41 Mg ha<sup>-1</sup>), enquanto o campo grande (0,38 Mg ha<sup>-1</sup>) apresentou o menor rendimento (Tabela 3). O sombreiro (componente arbóreo do sistema) apresentou rendimento de massa seca de 5,64 Mg ha<sup>-1</sup> e 1,64 Mg ha<sup>-1</sup> nos dois anos consecutivos. Essa diferença pode estar relacionada a três fatores: dois cortes efetuados no segundo ano, rápido crescimento do milho cultivado em consórcio causando sombreamento do sombreiro e estágio de senescência da cultura. A maior produtividade do componente arbóreo no primeiro ano permitiu maior aporte total de massa seca ao solo em todos os sistemas, embora com maior contribuição do componente com resíduo de menor qualidade.

**Tabela 3.** Produção de massa seca das leguminosas e concentrações de N, P, K, Ca e Mg nos resíduos em dois anos consecutivos.

Espécies	Prod. Massa seca (Mg ha <sup>-1</sup> )	PRIMEIRO ANO					Mg
		N	P	K	Ca	(g kg <sup>-1</sup> )	
Campo grande	0,60d	31,5	1,3	4,4	3,9	0,4	
Espectabilis	1,27c	32,2	1,5	7,5	4,4	0,5	
Juncea	2,02b	33,6	1,8	4,0	2,1	0,5	
Feijão de porco	2,89a	26,8	2,2	2,0	1,7	0,2	
Sombreiro <sup>(1)</sup>	5,64	27,8	1,0	2,6	2,3	0,4	
C.V.% <sup>(2)</sup>	13,2	-	-	-	-	-	
SEGUNDO ANO							
Campo grande	0,38c	28,0b	2,1ab	14,8b	14,8b	2,8d	
Espectabilis	3,91ab	25,5b	1,9b	18,2a	18,1a	3,0c	
Juncea	5,14a	36,6a	2,4a	13,5b	7,6c	3,4b	
Feijão de porco	3,41b	28,4b	2,2ab	18,2a	17,9a	4,1a	
Sombreiro <sup>(1)</sup>	1,64	21,0	2,2	8,0	13,4	3,1	
C.V.% <sup>(2)</sup>	18,3	4,6	6,8	5,8	4,4	3,2	

(1) – Leguminosa perene do sistema e (2) – Coeficiente de variação. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey com 5% de probabilidade.

Os rendimentos de massa seca dos adubos verdes mencionados em outros estudos são muito amplos e superiores aos apresentados neste trabalho. Essa diferença provavelmente está relacionada ao cultivo em condições ambientais diferentes, principalmente pela limitação de umidade do solo, pois neste trabalho, durante o ciclo destas culturas, houve uma precipitação de apenas 56mm e 16mm no primeiro e segundo ano respectivamente, bem abaixo do índice médio esperado para a região (Figura I). O baixo rendimento de massa seca das leguminosas nas condições estudadas irá diminuir o potencial de ciclagem de nutrientes no sistema (FAVERO et al., 2000) e a capacidade de suprimir ervas espontâneas (ARAÚJO et al., 2007), quando comparado a outros estudos.

O campo grande apresentou crescimento inicial lento, tornando-se pouco competitivo com as ervas espontâneas e com o feijão caupi em consórcio, conseqüentemente apresentou rendimento de massa seca pouco expressivo ao longo dos 90 dias de crescimento vegetativo, sendo pouco promissor para o propósito do estudo. Guerra & Teixeira (1997), também encontraram resultados similares aos deste estudo, classificando-os como de baixa taxa inicial de cobertura do solo.

A juncea apresentou boa resistência à seca com expressiva produção de massa seca aérea sobre o regime de poda do sombreiro (segundo ano), já o feijão de porco apresentou menos sensibilidade ao sombreamento, sendo mais competitivo que as outras espécies testadas quando cultivado sem corte do sombreiro (primeiro ano).

## **4.2. Qualidade de resíduo**

### **4.2.1. Teores de nutrientes nos resíduos**

No primeiro ano, a juncea foi a espécie que apresentou maior teor de N na parte aérea ( $33,6 \text{ g kg}^{-1}$ ) e o segundo menor teor de Ca ( $2,1 \text{ g kg}^{-1}$ ), o feijão de porco apresentou o maior teor de P ( $2,2 \text{ g kg}^{-1}$ ) e o menor teor de Mg ( $0,2 \text{ g kg}^{-1}$ ), a *espectabilis* teve maior teor de K ( $7,5 \text{ g kg}^{-1}$ ) e o campo grande teve um dos menores teores de P ( $1,3 \text{ g kg}^{-1}$ ), superando apenas o Sombreiro (Tabela 3). No segundo ano, os tratamentos que apresentaram os maiores teores de nutrientes na parte aérea foram: juncea N ( $36,6 \text{ g kg}^{-1}$ ) e P ( $2,4 \text{ g kg}^{-1}$ ), *espectabilis* K ( $18,2 \text{ g kg}^{-1}$ ) e Ca ( $18,1 \text{ g kg}^{-1}$ ) feijão de porco P ( $2,2 \text{ g kg}^{-1}$ ), K ( $18,2 \text{ g kg}^{-1}$ ), Ca ( $17,9 \text{ g kg}^{-1}$ ) e Mg ( $4,1 \text{ g kg}^{-1}$ ) e campo grande P ( $2,1 \text{ g kg}^{-1}$ ) (Tabela 3).

As concentrações de N reveladas nas análises apresentam-se com variações numéricas relativamente pequenas para uma mesma espécie nos dois anos consecutivos (Tabela 3), porém ao comparar com outros estudos, percebem-se grandes diferenças para algumas espécies. Essas diferenças podem estar relacionadas ao tipo de material analisado (folhas, hastes ou soma dos dois), época da amostragem ou ainda as condições edafoclimáticas específicas em que essas foram cultivadas (PALM & SANCHEZ, 1991). A juncea foi a espécie mais eficiente no aporte de N aos seus tecidos, enquanto o sombreiro apresentou uma das menores eficiência. Este fato, associado as contribuições quantitativas de massa seca de cada espécie, irá contribuir decisivamente no potencial de aporte de N ao solo (FAVERO et al., 2000).

As concentrações de P na massa seca das leguminosas verificadas neste trabalho são muito baixas quando comparadas com espécies de outras famílias. Isso sinaliza no sentido de que é necessária a complementação de P para um adequado suprimento deste nutriente para a cultura comercial, especificamente no caso de baixa produção de massa seca dos adubos de cobertura. Estes resultados já eram esperados, pois segundo Palm et al. (2001), as leguminosas são plantas reconhecidas como de baixa concentração de P em seus tecidos, apresentando em média, 0,17% deste nutriente em sua massa seca.

As variações nas concentrações de K, Ca e Mg na massa seca aérea das leguminosas testadas neste trabalho são muito amplas entre os dois anos consecutivos (Tabela 3), o que está de acordo com outros trabalhos (Tabela 1), provavelmente este fato estar relacionado à metodologia usada na extração do nutriente. As leguminosas testadas apresentam concentrações médias de K e baixas concentrações de Ca e Mg em seus tecidos, concordando com Fávero et al. (2000), no primeiro ano e com Silva et al. (2002), no segundo ano. O K merece destaque pela maior exigência das culturas, sendo possível a necessidade de adição por outras fontes, enquanto o Ca e o Mg além da baixa eficiência de absorção pelas leguminosas, deve também ser observada a proporção entre eles.

#### **4.2.2. Índice de qualidade de resíduo de planta (IQRP)**

Neste trabalho, observa-se pouca diferença na relação C/N entre as espécies testadas, exceto para a juncea que apresentou menor valor (tabela 4). O resultado menos esperado foi do sombreiro, que pelo seu caráter arbóreo deveria apresentar relação C/N superior as demais leguminosas. Como a relação C/N tem relação direta com a mineralização da matéria orgânica (HAYNES, 1986), os resultados apontam que o

sombreiro teria taxa de mineralização compatível com as leguminosas herbáceas. Este fato não se observa em condições de campo, pois é do conhecimento de todos que outras estruturas orgânicas presentes nos tecidos vegetais estão fortemente correlacionadas com a mineralização (ESPINDOLA et al., 1997).

Já para os teores de lignina, observa-se resultados compatíveis com outros estudos (LEBLANC et al., 2006 e COBO et al., 2002). Como o componente arbóreo do sistema apresenta maior teor de lignina que as leguminosas herbáceas, provavelmente seus resíduos irá permanecer no solo por mais tempo (IBEWIRO et al., 2000).

**Tabela 4.** Relação C/N, Lignina, Polifenóis e Índice de Qualidade de Resíduo de Plantas (IQRP) dos adubos verdes.

<b>Tratamento</b>	<b>Relação C/N</b>	<b>Lignina (%)</b>	<b>Polifenóis (%)</b>	<b>IQRP</b>
Campo grande	9,3	8,12	0,64	13,21
Espectabilis	9,1	10,18	0,54	11,93
Juncea	8,5	8,53	0,28	13,57
Feijão de porco	9,0	6,73	0,47	14,66
Sombreiro	9,0	15,79	1,28	9,16

As concentrações de polifenóis nos tecidos das espécies estudadas apresentaram pequenas variações, exceto para o sombreiro que se observa cerca de três vezes mais polifenóis na sua massa seca. O caráter arbóreo desta leguminosa justifica os resultados e tem como provável conseqüência a mineralização mais lenta de seus tecidos, principalmente o N por formarem estruturas complexas com plifenóis (TIAN et al., 2001 e OGLESBY & FOWNES, 1992).

Quanto ao IQRP de Tian et al. (1995), houve pouca diferença entre as espécies herbáceas, sendo que o feijão de porco foi a leguminosa que mineralizou mais rápido os nutrientes de seus tecidos e o sombreiro o que se observou maior resistência a mineralização (tabela 4). Este resultado já era esperado, porém o mais importante dentro do processo de transferência de nutrientes da massa seca adicionada ao solo para as culturas comerciais é o sincronismo entre a mineralização dos nutrientes e a demanda da cultura comercial (BRAZ et al., 2006 e COLLIER et al., 2006).

### **4.3. Acúmulo de nutrientes na massa seca das leguminosas**

#### **4.3.1. Nitrogênio**

Entre as leguminosas herbáceas no primeiro ano, a maior capacidade de estocagem de N em sua massa seca foi do feijão de porco e da juncea (77,6 kg ha<sup>-1</sup> e

67,9 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente) seguida pela *espectabilis* (40,9 kg ha<sup>-1</sup>) e por último o campo grande (19,0 kg ha<sup>-1</sup>) (Tabela 5). Porém, o maior acúmulo de N foi proporcionado pelo *sombreiro* (156,9 kg ha<sup>-1</sup>), graças a sua expressiva produção de massa seca. No segundo ano, a *juncea* (188,4 kg ha<sup>-1</sup>) teve o melhor desempenho, sendo seguida pela *espectabilis* (99,7 kg ha<sup>-1</sup>) e pelo feijão de porco (97,0 kg ha<sup>-1</sup>) que aportaram valores similares (Tabela 5). O fato de ter sido efetuado duas podas no *sombreiro* no segundo ano, somado ao estágio de senescência desta espécie, levou a um baixo rendimento de sua massa seca no segundo ano, com conseqüente diminuição no potencial de ciclagem dos nutrientes quando comparado ao primeiro ano.

**Tabela 5.** Totais de nutrientes potencialmente ciclados em dois anos consecutivos.

Espécies	PRIMEIRO ANO				
	N	P	K	Ca	Mg
	------(kg ha <sup>-1</sup> )-----				
Campo grande	19,0c	0,7d	2,6c	2,3c	0,2c
<i>Epectabilis</i>	40,9b	1,9c	9,5a	5,6a	0,6b
<i>Juncea</i>	67,9a	3,6b	8,0a	4,2b	1,0a
Feijão de porco	77,6a	6,3a	5,7b	4,9ab	0,5b
<i>Sombreiro</i> <sup>(1)</sup>	156,9	5,6	14,6	11,2	2,2
C. V%. <sup>(2)</sup>	12,8	15,8	15,3	14,5	12,7
	SEGUNDO ANO				
Campo grande	10,8c	0,8c	5,7b	5,7c	1,0c
<i>Espectabilis</i>	99,7b	7,4b	71,2a	70,8a	11,7b
<i>Juncea</i>	188,4a	12,3a	69,4a	39,1b	17,5a
Feijão de porco	97,0b	7,5b	62,2a	61,2a	14,0ab
<i>Sombreiro</i> <sup>(1)</sup>	34,4	3,6	13,1	21,9	5,0
C. V%. <sup>(2)</sup>	20,0	20,2	17,6	20,0	21,1

(1) – Leguminosa perene do sistema e (2) – Coeficiente de variação. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey com 5% de probabilidade.

O feijão de porco no primeiro ano e a *juncea* no segundo ano foram às espécies mais vantajosas em relação ao total de N acumulados. Tal fato está diretamente relacionado à capacidade de produção de massa seca aérea destas espécies e a concentração de N em seus tecidos. Assim, uma maior produção de massa seca aérea do feijão de porco no primeiro ano, possibilitou um maior acúmulo de N ao solo, embora tenha apresentado menor concentração de N em seus tecidos em relação à *juncea*. Já para o segundo ano, a melhor produtividade de massa seca aérea da *juncea*, aliado a uma maior concentração de N em seus tecidos, possibilitou um maior estoque de N no solo em relação ao feijão de porco (Tabela 5).

De um modo geral, comparando este estudo aos de Menezes & Leandro (2004) e Saminêz et al. (2003), observa-se que o total de N acumulado ao solo em todos os sistemas foram baixo, possivelmente necessitando de adição deste nutriente por outras fontes quando se pretende obter níveis de produtividade compatíveis com os monocultivos.

#### **4.3.2. Fósforo**

Em relação aos teores de P acumulados no solo no primeiro ano, o feijão de porco foi a espécie com melhor desempenho ( $6,3 \text{ kg ha}^{-1}$ ) diferindo da juncea ( $3,6 \text{ kg ha}^{-1}$ ) que, por sua vez, superou a *espectabilis* ( $1,9 \text{ kg ha}^{-1}$ ). O campo grande ( $0,7 \text{ kg ha}^{-1}$ ) estocou a menor quantidade (Tabela 5). No segundo ano, a juncea foi a espécie com melhor desempenho ( $12,3 \text{ kg ha}^{-1}$ ), seguido do feijão de porco e *espectabilis*. O campo grande ( $0,8 \text{ kg ha}^{-1}$ ) foi a espécie com menor capacidade de estocagem de P em sua massa seca (Tabela 5).

A baixa concentração de P nos tecidos foi determinante no potencial de ciclagem de P pelas leguminosas testadas, pois para o primeiro ano, a melhor opção foi com feijão de porco, ciclando  $6,3 \text{ kg ha}^{-1}$  de P e para o segundo ano foi com juncea ciclando  $12,3 \text{ kg ha}^{-1}$  de P (Tabela 5). Esses valores são relativamente baixos quando comparados com as necessidades das culturas, porém estão dentro do esperado, uma vez que as leguminosas são reconhecidas pela baixa capacidade de ciclagem de P ao solo (KWABIAH et al., 2001).

#### **4.3.3. Potássio**

Para o K acumulado ao solo no primeiro ano, a *espectabilis* e juncea apresentaram resultados semelhantes e em maior quantidade ( $9,5 \text{ kg ha}^{-1}$  e  $8,0 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectivamente), seguida pelo feijão de porco ( $5,7 \text{ kg ha}^{-1}$ ). No segundo ano, a *espectabilis*, juncea e feijão de porco, apresentaram potenciais similares ( $71,2 \text{ kg ha}^{-1}$ ,  $69,4 \text{ kg ha}^{-1}$  e  $62,2 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectivamente). O campo grande ( $5,7 \text{ kg ha}^{-1}$ ) foi a espécie que apresentou menor capacidade de ciclagem de K (Tabela 5).

No primeiro ano, *espectabilis* e juncea foram as espécies mais vantajosas em relação ao acúmulo de K ao solo. A *espectabilis* pelo fato de ter apresentado altos teores de K em seus tecidos e a juncea por apresentar um equilíbrio melhor entre concentração de K em seus tecidos e produção de massa seca, superando assim o feijão de porco que apresentou maior produção de massa seca. No segundo ano, *espectabilis*, juncea e feijão

de porco, acumularam quantidades de K ao solo similar, apesar da maior produção de massa seca da juncea, que por apresentar um menor teor de K em seus tecidos, não foi capaz de superar as demais espécies (Tabela 5).

#### **4.3.4. Cálcio**

A *espectabilis* ( $5,6 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e feijão de porco ( $4,9 \text{ kg ha}^{-1}$ ) apresentaram potenciais semelhantes, sendo seguido pela juncea ( $4,2 \text{ kg ha}^{-1}$ ) sem que houvesse diferença entre esta e o feijão de porco. No segundo ano, a *espectabilis* ( $70,8 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e feijão de porco ( $61,2 \text{ kg ha}^{-1}$ ) apresentaram resultados semelhantes, sendo seguido pela juncea ( $39,1 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e por último, em menor valor, o campo grande ( $5,7 \text{ kg ha}^{-1}$ ) (Tabela 5).

Para o Ca total acumulado no solo, a *espectabilis* e o feijão de porco foram as espécies com melhor desempenho nos dois anos (Tabela 5). A juncea apresentou baixo teor de Ca em seus tecidos, conseqüentemente acumulou pequenas quantidades deste nutriente no solo.

#### **4.3.5. Magnésio**

A espécie mais eficiente no estoque de Mg ao solo no primeiro ano foi a juncea ( $1,0 \text{ kg ha}^{-1}$ ), seguida pela *espectabilis* ( $0,6 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e o feijão de porco ( $0,5 \text{ kg ha}^{-1}$ ) com valores similares. No segundo ano, a juncea ( $17,5 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e o feijão de porco ( $14,0 \text{ kg ha}^{-1}$ ) apresentaram potenciais semelhantes, sendo seguidos da *espectabilis* ( $11,7 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e do campo grande ( $1,0 \text{ kg ha}^{-1}$ ) (Tabela 5). De um modo geral, a maior adaptabilidade da juncea as condições impostas na experimentação, especialmente no segundo ano, aliado aos seus médios e altos teores de nutrientes em seus resíduos, conduziram esta espécie a produzir mais massa seca que as outras e conseqüentemente acumular mais nutrientes ao solo, entre eles o Mg.

### **4.4. Estoque de nutrientes nos sistemas**

No primeiro ano, os sistemas que mais acumularam nutrientes na massa seca aérea foram com feijão de porco e juncea (Tabela 6).

Ao tomar como referência o trabalho de Palm (1995), afirmando que para uma produtividade de milho de  $2.000 \text{ kg ha}^{-1}$  são necessários, entre grãos e palhadas,  $80 \text{ kg ha}^{-1}$  de N,  $18 \text{ kg ha}^{-1}$  de P,  $66 \text{ kg ha}^{-1}$  de K,  $15 \text{ kg ha}^{-1}$  de Ca e  $10 \text{ kg ha}^{-1}$  de Mg, pode-se afirmar em relação ao primeiro ano: Todos os sistemas seriam capazes de suprir integralmente as necessidades nutricionais do milho em N, nenhum sistema seria capaz

de suprir totalmente o milho em P, K e Mg e, apenas os sistemas com feijão de porco, *espectabilis* e *juncea* seriam capazes de suprir totalmente o milho com Ca (Tabela 6). Em relação ao segundo ano, apenas o sistema com campo grande não seria capaz de suprir as necessidades do milho em N, K e Mg, nenhum sistema seria capaz de suprir integralmente o milho com P e todos os sistemas seriam capazes de suprir integralmente o milho com Ca (Tabela 6).

Entretanto, duas ponderações devem ser feitas; em primeiro lugar os números de Palm (1995) são subestimados em relação aos deste trabalho ( $2.000 \text{ kg ha}^{-1}$ ), pois os rendimentos aqui apresentados são todos acima deste valor (Tabela 8), muito provavelmente requerendo quantidades superiores dos nutrientes em questão e, em segundo lugar, os nutrientes liberados da massa seca das leguminosas não são todos transferidos para as culturas comerciais. Janzen et al. (2003), relata que apenas uma pequena parte de N é suprida devido aos ganhos potenciais de matéria orgânica ao solo, a maior parte é provavelmente perdida para o ar ou para o lençol freático. Em contrapartida, o montante de nutrientes acumulados nestes sistemas não se limita aos da massa seca aérea das leguminosas experimentadas, o sistema radicular pode representar de 15% a 50% da massa seca aérea das leguminosas arbóreas (RISASI et al., 1998), contribuindo significativamente nos quantitativos de nutrientes ciclados nos agroecossistemas.

**Tabela 6.** Estimativa da quantidade total de nutrientes acumulados ao solo nas diferentes combinações de adubos verdes.

Espécie	Primeiro ano				
	N	P	K	Ca	Mg
	-----( $\text{Kg ha}^{-1}$ )-----				
Sombreiro + Campo grande	179,9c	6,3d	17,2c	13,5c	2,4c
Sombreiro + <i>Espectabilis</i>	197,8b	7,5c	24,1a	16,8a	2,8b
Sombreiro + <i>Juncea</i>	227,8a	9,2b	22,6a	15,4b	3,2a
Sombreiro + Feijão de porco	234,5a	11,9a	20,3b	16,1ab	2,7b
C.V.% <sup>(1)</sup>	12,8	15,8	15,3	14,5	12,7
	Segundo ano				
Sombreiro + Campo grande	45,2c	4,4c	18,8b	27,6c	6,0c
Sombreiro + <i>Espectabilis</i>	134,1b	11,0b	84,3a	92,7a	16,7b
Sombreiro + <i>Juncea</i>	222,8a	15,9a	82,5a	61,0b	22,5a
Sombreiro + Feijão de porco	131,4b	11,1b	75,3a	83,1a	19,0ab
C.V.% <sup>(1)</sup>	20,0	20,2	17,6	20,0	21,1

(1)– Coeficiente de variação. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey com 5% de probabilidade.

Outra quantidade bastante representativa refere-se à massa seca das ervas espontâneas que pode acumular, entre outros, K, P e Mg, por quilo de matéria seca, em quantidades muito superiores as leguminosas (PERIN et al., 2004; FAVERO et al., 2000).

#### 4.5. Supressão de ervas espontâneas pelos adubos verdes

No primeiro ano de experimentação observa-se uma amplitude muito grande entre as médias de todas as variáveis avaliadas, embora não sejam diferentes entre si. Tal fato ocorreu pela presença dominante de trapoeraba em uma espécie de mosaico, infestando uma ou mais parcelas de cada tratamento. O local dominado por esta erva espontânea era de difícil contagem dentro do quadrado amostrado, pelo seu hábito de crescimento rasteiro, e apresentava reduzido número de plantas com alta relação massa seca/planta.

**Tabela 7.** Quantidade e massa seca das ervas monocotiledôneas e dicotiledôneas, quantidade total e massa seca total das ervas nos tratamentos.

PRIMEIRO ANO							
Tratamentos	N ° ervas mon. (plt m <sup>2</sup> )	Masa seca ervas mon. (kg ha <sup>-1</sup> )	N° de ervas dic. (plt m <sup>2</sup> )	Massa seca ervas dic. (kg ha <sup>-1</sup> )	N° total de ervas (plt m <sup>2</sup> )	Massa seca Total das ervas (kg ha <sup>-1</sup> )	
Campo grande	33,5	1.352	68,0	560	101,5	1.912	
Espectabilis	25,5	822	25,0	525	50,5	1.348	
Juncea	52,5	1.398	52,0	495	104,5	1.892	
Feijão de porco	25,2	982	15,2	505	40,5	1.488	
Controle	25,8	1.692	19,8	385	45,5	2.078	
C.V.% <sup>(1)</sup>	53,2	103,0	91,7	71,0	63,8	89,9	
SEGUNDO ANO							
Campo grande	70,0	485	51,0a	190	121,0ab	675	
Espectabilis	44,0	440	16,0 b	100	60,0 b	540	
Juncea	51,0	415	25,0ab	80	76,0ab	495	
Feijão de porco	46,5	490	23,5ab	110	70,0ab	600	
Controle	103,0	740	34,0ab	60	137,0a	800	
C.V.% <sup>(1)</sup>	48,2	67,2	48,2	77,3	34,3	55,8	

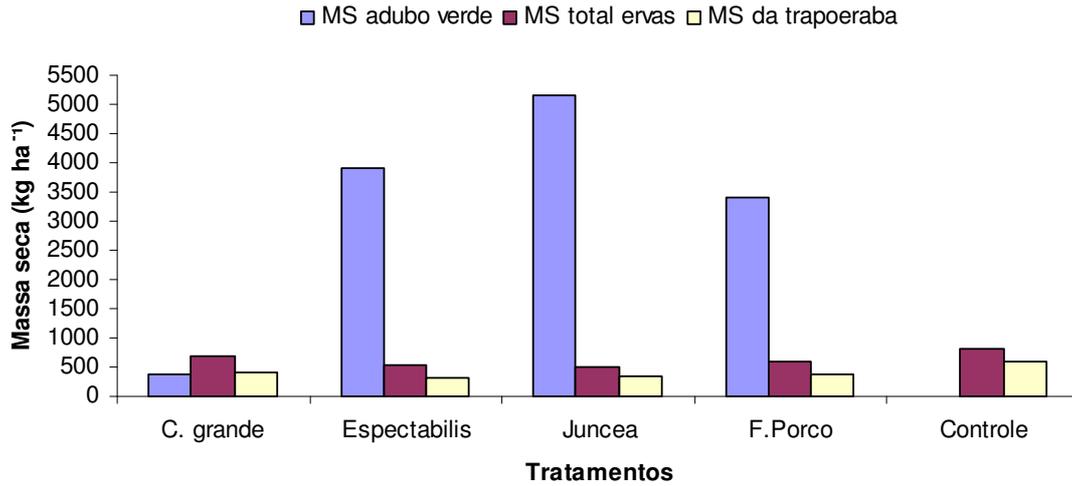
(1)-Coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra na coluna não difere entre si pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade.

A incidência de luz também influenciou o desenvolvimento das ervas no primeiro ano, pois os locais onde o sombreiro era falho pela morte prematura e a cultura anterior era abóbora, apresentava grande número de plantas infestantes com reduzida relação massa seca/planta. Isto elevou o coeficiente de variação com conseqüente diminuição da sensibilidade na diferença entre as médias. Para as condições experimentadas, a produção de massa seca das leguminosas herbáceas foi incapaz de equilibrar essas diferenças.

No segundo ano de cultivo, apenas as variáveis número de ervas dicotiledôneas e número total de ervas, apresentaram diferença entre os tratamentos estudados (Tabela 7). O tratamento com *espectabilis* apresentou menor número total de ervas dicotiledôneas que o com campo grande e menor número total de ervas que o tratamento controle. Porém, a massa seca produzida pelos adubos verdes de cobertura novamente foi incapaz de causar efeito supressivo na produção de massa seca total das ervas. Apesar do tratamento com *espectabilis* ter apresentado um menor número total de ervas espontâneas que o tratamento controle, seja ele causado pela massa seca, arquitetura favorável para esta finalidade ou pela liberação de substâncias alelopáticas, as ervas bem sucedidas neste tratamento apresentavam maior relação massa seca/planta, pois a concorrência por fatores de crescimento (água, luz e nutrientes) era menor, levando assim ao equilíbrio entre os tratamentos no rendimento de massa seca total das ervas espontâneas.

Os resultados alcançados neste trabalho, não evidenciam efeito supressivo dos adubos verdes de cobertura sobre as ervas espontâneas nos dois anos consecutivos de experimentação, porém, não devemos esperar respostas imediatas na prática de adubação verde, pois nestes casos os resultados são mais significativos a médio e longo prazo (ESPINDOLA, 1997). Portanto, seria necessária a continuação da pesquisa por mais alguns anos para se chegar a uma afirmação definitiva, já que os indícios de sensibilidade do rendimento das ervas em função da produção de massa seca dos adubos verdes são evidentes (Figuras 3 e 4).

Em relação as espécies infestantes, a *C. benghalensis* (trapoeraba) dominou a paisagem nos dois anos, representando, no segundo ano, 62,2% do tratamento com campo grande, 58,3% da *espectabilis*, 70,7% da *juncea*, 61,6% do feijão de porco e 73,1% do controle (Figura 3). As outras espécies monocotiledôneas foram basicamente da família das Cyperaceas e entre as dicotiledôneas prevaleceu à família das Malvaceas, especialmente do gênero *Sida*.



**Figura 3.** Rendimento de massa seca dos adubos verdes de cobertura, ervas espontâneas e trapoeraba nos tratamentos no segundo ano.



**Figura 4.** Fotografia da infestação por ervas espontâneas nos tratamentos com feijão de porco (parte alta) e espectabilis (parte baixa).

De um modo geral, os resultados deste trabalho são diferentes dos encontrados por Pereira (2005), Oliveira et al. (2004), e Favero et al. (2000), que relatam resultados significativos na supressão de ervas espontâneas por adubos verdes de cobertura. Porém, nos estudos mencionados acima, a avaliação da capacidade supressiva dos adubos verdes foram feitas durante o ciclo vegetativo da cultura supressora. Neste trabalho, a avaliação foi feita por ocasião do cultivo seguinte ao plantio dos adubos

verdes, na expectativa que a massa seca produzida pelas leguminosas herbáceas, deixadas sobre o solo, fosse capaz de influenciar no banco de sementes presente na superfície do solo, impedindo sua germinação. Entretanto, os resultados foram similares aos encontrados por Araújo (2007), que também não encontrou resultados significativos em condições semelhantes as experimentadas neste trabalho.

Diante dos resultados obtidos neste trabalho, seria prudente orientar os produtores do local a combinar métodos culturais (culturas de cobertura), físicos (capinas) e biológicos (espécies predadoras), como um conjunto de práticas a serem adotadas para o controle de ervas espontâneas, diminuindo assim a carga de herbicidas e aumentando a sustentabilidade do agroecossistema.

#### **4.6. Rendimento do milho e do feijão caupi**

No primeiro ano de estudo, o melhor rendimento do milho foi sobre resíduo de juncea (4.102,0 kg ha<sup>-1</sup>), e *espectabilis* (3.333,0 kg ha<sup>-1</sup>), os demais tratamentos apresentaram rendimentos semelhantes (Tabela 8). Se tomarmos como referência a produção de massa seca das leguminosas herbáceas no primeiro ano (Tabela 3), e o IQRP (Tabela 4), em um primeiro momento seria esperado que o melhor rendimento fosse sobre resíduos do feijão de porco, pois este apresentou uma maior produção de massa seca, um potencial de ciclagem de nutriente não muito diferente das *Crotalárias* e apresentou um alto índice de decomposição de seus resíduos. Entretanto, possivelmente a mineralização dos resíduos do feijão de porco está ocorrendo muito rápido, sem um sincronismo com a cultura do milho, pois segundo Braz et al. (2006), o sucesso nos cultivos em sucessão a adubos verdes depende do sincronismo entre a decomposição da massa seca da cultura de cobertura e a taxa de demanda da espécie sucessora, principalmente em relação ao N, que é um nutriente de alta demanda pela cultura do milho e muito dinâmico no solo.

Outro fator que pode justificar o melhor rendimento do milho sobre os resíduos da juncea é a concentração de polifenóis em seus resíduos muito inferior as demais espécies. A interação dos polifenóis com N depende da estrutura química presente no material (PALM & SANCHEZ, 1991). Alguns polifenóis formam estruturas complexas com grupos aminas, tornando a mineralização mais difícil em curto prazo, ou seja, altos teores de polifenóis nos resíduos podem contribuir para a imobilização do N por integrarem algumas proteínas (TIAN et al., 2001). Assim, a mineralização do N dos resíduos das leguminosas está mais condicionada com o conteúdo de polifenóis contido

no material que com o teor de lignina (OGLESBY & FOWNES, 1992). Como o N é fator limitante na produtividade do milho na condição experimentada, esta possibilidade não pode ser descartada. Estes resultados são similares aos de Collier et al. (2006), que ao pesquisar doses crescentes de adubos nitrogenados na cultura do milho sobre resíduos de juncea e feijão de porco em Gurupi-TO, constatou que o cultivo em sucessão a juncea produziu 26% a mais que em sucessão ao feijão de porco na ausência de adubos nitrogenados solúveis, atribuindo o fato a uma decomposição dos resíduos da juncea mais sincronizada com a demanda da cultura do milho.

**Tabela 8.** Rendimento do milho ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) em dois anos e do feijão caupi (segundo ano).

Tratamentos	Milho (1º ano)	Milho (2º ano)	Feijão caupi
Campo grande	2.654,0b	3.023,0	557,5ab
Espectabilis	3.333,0ab	4.887,2	392,5bc
Juncea	4.102,0a	4.743,0	295,5c
Feijão de porco	3.141,0b	3.518,7	560,0ab
Controle	2948,0b	4.744,5	662,5a
C.V.% <sup>(1)</sup>	9,9	21,5	15,4

(1) – Coeficiente de variação. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey com 5% de probabilidade.

No segundo ano, todos os tratamentos apresentaram rendimentos semelhantes (Tabela 8). Tal fato contrariou as expectativas da pesquisa, pois a carga de adubos químicos usados por ocasião do plantio no referido ano foi superior a do primeiro ano, como por exemplo, adição de K, Ca, e S que não havia sido usado no primeiro ano. O resultado mais significativo ocorreu no tratamento controle que apresentou rendimentos semelhantes aos com leguminosas herbáceas (Tabela 8). Sinalizando no sentido de que, no primeiro ano, tinha limitações de ordem química para uma melhor produtividade e que as leguminosas de cobertura, especialmente as Crotalárias e o feijão de porco, supriram grande parte dos nutrientes necessários para a cultura em sucessão.

Provavelmente, a limitação no rendimento do milho no segundo ano foi de ordem física, especificamente aeração, pois foi possível visualizar princípios de encharcamento em algumas subparcelas por volta dos 60 dias após o plantio do milho. Isto pode ter ocasionado maior diferença entre os dados nos tratamentos.

Em relação aos rendimentos do feijão caupi, os tratamentos controle (662,5  $\text{kg ha}^{-1}$ ), feijão de porco (560,0  $\text{kg ha}^{-1}$ ) e campo grande (557,5  $\text{kg ha}^{-1}$ ), apresentaram

resultados semelhantes e em maior quantidade (Tabela 8). A menor produtividade nos tratamentos com *juncea* e *espectabilis*, deu-se devido ao rápido crescimento destas espécies, concorrendo com o feijão caupi, principalmente, por luz. A melhor relação produção de massa seca do adubo verde e rendimento do feijão caupi, deu-se no tratamento com feijão de porco. Tal fato justifica-se pela arquitetura favorável do feijão de porco, atrelado ao ciclo mais curto do feijão caupi, que permitiu uma recuperação no crescimento do adubo verde de cobertura nos últimos 20 a 25 dias. Este consórcio pode representar uma alternativa promissora para a agricultura de substância local, que tem como principal fonte de proteína o feijão caupi.

## 5. CONCLUSÕES

- O cultivo da juncea como adubo verde de cobertura é a opção mais viável entre os sistemas testados, embora seja necessário à complementação com outras fontes de adubos para alcançar níveis de produtividade compatíveis com os monocultivos.
- Na hipótese do uso da área com feijão caupi como cultura de safrinha, a melhor opção é o consorcio com feijão de porco.
- A produção de massa seca dos adubos verdes de cobertura foi insuficiente para promover influências significativas no controle das ervas espontâneas nas condições experimentadas, sendo necessário à complementação com outros métodos para o efetivo controle.

## 6. REFERENCIAS

ALTIERI, M. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba: Agropecuária, 2002, 592 p.

ALVARENGA, R. C.; CABEZAS, W. A. L.; CRUZ, J. C. & SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**. V. 22, p. 25-36, 2001.

ARAÚJO, J. C.; MOURA, E. G. & AGUIAR, A. C. F. et al. Supressão de plantas daninhas por leguminosas anuais em um sistema agroecológico na Pré-Amazônia. **Plantas daninhas**, v. 25, 267-275, 2007.

BRAZ, A. J. B. P.; SILVEIRA, P. M. da; KLIEMANN, H. J. & ZIMMERMANN, F. J. P. Adubação nitrogenada em cobertura na cultura do trigo em sistema de plantio direto após diferentes culturas. **Ciência agrotec.**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 193-198, mar./abr., 2006.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; VICTORIA FILHO, R. & SILVA, CLÓVIS, B. Resistência de plantas daninhas aos herbicidas. **Planta Daninha**, v. 12, n. 1, p. 13-20, 1994.

COLLIER, L. S.; CASTRO, D. V.; NETO, J. C. D.; BRITO, D. R. & RIBEIRO, P. A. A. Manejo da adubação nitrogenada para o milho sob palhada de leguminosas em plantio direto em Gurupi, TO. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1100-1105, jul-ago., 2006.

COBO, J. G.; BARRIOS, E.; KASS, D. C. L. & THOMAS, R. J. Decomposition and nutrient release by green manures in a tropical hillside agroecosystem. **Plant and soil**, n. 240, p. 331-342, 2002.

DUBOIS, J. C. L.; VIANA, V. M. & ANDERSON, A. B. **Manual Agroflorestal para Amazônia**, v. 1, RJ; REBRRAF, 1996, 228p.

ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M. & ALMEIDA, D. L. de. Adubação verde: Estratégia para uma agricultura sustentável. Seropédica: **Embrapa – Agrobiologia**, 1997. 20p.

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; COSTA, L. M.; ALVARENGA, R. C. & NEVES, J. C. L. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. **R. Bras. Ci. Solo**, 24:171-177, 2000.

FERNANDES, M. F.; BARRETO, A. C. & FILHO, J. E. Fitomassa de adubos verdes e controle de plantas daninhas em diferentes densidades populacionais de leguminosas. **Pesq. Agrop. Bras.**, Brasília, v. 34, n. 9, p. 1593-1600, set. 1999.

FERRAZ Jr, A. S. L. O cultivo em aléias como alternativa para a produção de alimentos na agricultura familiar do trópico úmido. **In:** MOURA, E.G (coord.). Agroambientes de transição - entre o trópico úmido e o semi-árido do Brasil. Atributos; alterações; uso na produção familiar. São Luís: UEMA, p. 71-100, 2004.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia:** processos ecológicos em agricultura sustentável. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2001, 653 p.

GUERRA, J. G. M. & TEIXEIRA, M. G. Avaliação inicial de algumas leguminosas herbáceas perenes para utilização como cobertura viva permanente de solo. **Embrapa**. Comunicado técnico n. 16, dez./97, p. 1/7.

HAYNES, R. J. **Mineral nitrogen in the plant – soil system**. Orlando: Academic Press, p. 52-176, 1986.

HYVÖNEN, T.; KETOJA, E. & SALONEN, J. Changes in the abundance of weeds in spring cereal fields in Finland. **Weed Research**, v. 43, p. 348-356, 2003.

IBEWIRO, B.; SANGINGA, N.; VANLAUWE, B. & HERCKX, R. Nitrogen contributions from decomposing cover crop residues to maize in a tropical derived savanna. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.57, n.2, p.131-140, 2000.

IKUENOBE, C. E. & ANOLIEFO, G. O. Influence of *Chromolaena odorata* and *Mucuna pruriens* fallow duration on weed infestation. **Weed Research**, v. 43, p. 199-207, 2003.

JAKELAITIS, A.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. A.; et al. Dinâmica populacional de plantas daninhas sob diferentes sistemas de manejo nas culturas de milho e feijão. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 1, p. 71-79, 2003.

JANZEN H. H.; BEAUCHEMIN, K. A.; BRECINSMA, Y.; et al. The fate of nitrogen in agroecosystems: an illustration using Canadian estimates. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.67, n.1, p.85-102, 2003.

KISSMANN, K. G. **Plantas infestantes e nocivas**. Tomo I, 2. ed. São Paulo: Basf, 1997. 824p.

KHATOUNIAN, C. A. **A construção ecológica da agricultura**, Botucatu; Agroecológica, 2001. 348p.

KWABIAH, A. B.; STOSKOPF, N. C.; VORONEY, R. P. & PALM, C. A. Nitrogen and Phosphorus Release from Decomposing Leaves under Sub-Humid Tropical Conditions. **Biotropica** 33(2): 229-240, 2001.

LEBLANC, H. A.; NYGREN, P. & McBRAW, R. L. Green mulch decomposition and nitrogen release from leaves of two *Inga spp.* in an organic alley-cropping practice in the humid tropics. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 38, p. 349-358, 2006.

LEHMANN, J.; GEBAUER, G. & ZECH, W. Nitrogen cycling assessment in a hedgerow intercropping system using <sup>15</sup>N enrichment. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.62, n.1, p.1-9, 2002.

MARENCO, R. A. & SANTOS, A. M. B. Crop rotation reduces weed competition and increases chlorophyll concentration and yield of rice. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 10, p. 1881-1887, out. 1999.

MARSHALL, E. J. P.; BROWN, V. K.; BOATMAN, N. D.; LUTMANT; P. J. W.; SQUIRE, G. R. & WARD, L. K. The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. **Weed Research**, v. 43, p. 77-89, 2003.

MARTINS, A. L. da S. **Indicadores de qualidade de um plintossolo e relações com a produtividade do milho sob plantio direto em aléias.** Tese de mestrado, São Luís, UEMA/2006, 90p.

MENEZES, L. A. S. & LEANDRO, W. M. Avaliação de espécies de cobertura do solo com potencial de uso em sistemas de plantio direto. **Pesquisa agropecuária tropical**, 34(3), 173-180, 2004.

ODUM, E. P. **Ecologia.** Rio de Janeiro. Editora Guanabara Koogan. 1988, 434p.

OGLESBY, K. A. & FOWNES, J. H. Effects of chemical composition on nitrogen mineralization from green manures of seven tropical leguminous trees. **Plant and soil** n. 143, p. 127-132, 1992.

OLIVEIRA, F. L.; RIBEIRO, R. L.D.; SILVA, V. V.; GUERRA, J. G. M. & ALMEIDA, D. L. de. Desempenho do inhame (taro) em plantio direto e no consórcio com crotalária, sob manejo orgânico. **Horticultura Bras.**, v. 22, n. 3, jul.-set. 2004.

PALM, C. A. Contribution of agroforestry trees to nutrient requirements of intercropped plants. **Agroforestry Systems.**, vol. 30, 105-124, 1995.

PALM, C. A.; GACHENG, C. N.; DELVE, R. J.; CADISCH, G. & GILLER, K. E. Organic inputs for soil fertility management in tropical agroecosystems: application of an organic resource database. **Agric. Ecosyst. Envir.**, v. 83, p. 27-42, 2001

PALM, C. A. & SANCHEZ, P. A. Nitrogen release from the leaves of some tropical legumes as affected by their lignin and polyphenolic contents. **Soil boil. Biochem.**, vol. 23, n. 1, p. 83-88, 1991.

PEREIRA, A. J.; GUERRA, J. G. M.; MOREIRA, V. F.; et al. Desempenho agrônômico de *Crotalaria juncea* em diferentes arranjos populacionais e épocas do ano. **Embrapa.** Comunicado técnico n. 82, Seropédica-RJ, dezembro 2005.

PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S.; GUERRA, J. G. M. & CECON, P. R. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por

adubos verdes em cultivos isolados e consorciados. **Pesq. agropec. bras.**, v. 39, n. 1, p. 35-40, jan. 2004.

POUDEL, D. D.; LANINI, W. T.; TEMPLO, S. R. & VAN BRUGGEN, D. C. H. Comparison of soil N availability and leaching potential, crop yields and weeds in organic, low-input and conventional farming systems in northern California. **Agric. Ecosyst. Envir.**, v. 90, p. 125-137, 2002.

RISASI, E. L.; KANG, B. T. & OPUWARIBO, E. E. Assessment of N availability of roots of selected wood species and maize. **Biological Agriculture and horticulture.**, n. 16: p.87-96, 1998.

RODER, W.; PHENGCHANH, S. & KEOBOULAPHA, B. Relationships between soil, fallow period, weeds e rice yield in slash-and-burn systems of Laos. **Plant and soil**, v. 176, p. 27-36, 1995.

SAMINÊZ, T. C.; RESENDE, F. V.; SOUZA, A. F. & CARVALHO, A. M. Extração de nutrientes por espécies de adubos verdes sob sistema orgânico de produção nas condições de verão dos cerrados. **In. CONGRASSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 4. SEMINÁRIO SOBRE AGROECOLOGIA, 5. SEMINÁRIO EMATER/RS-AS, 2003. cd-rom.**

SCHMITZ, H. A transição da agricultura itinerante na Amazônia para novos sistemas. **Ver. Bras. Agroecologia**, v. 2, n. 1, fev. 2007.

SILVA, J. A. A.; VITTI, G. C.; STUCHI, E. S. & SEMPIONATO, O. R. Reciclagem e incorporação de nutrientes ao solo pelo cultivo intercalar de adubos verdes em pomar de laranja pêra. **Ver. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 225-230, Abril 2002.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S. J. **Análise de solos, plantas e outros materiais**. 2. ed. Ver, ampl. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS, 1995, 174 p.

TIAN, G.; SALAKO, F. K. & ISHIDA, F. Replenishment of C, N, and P in a degraded alfisol under humid tropical conditions: effect of fallow species and litter polyphenols. **Soil Science**, vol. 156, n. 9, 2001.

TIAN, G.; BRUSSARD, L. & KANG, B.T. An index for assessing the quality of plant residues and evaluating their effects on soil and crop in the (sub-)humid tropics. **Appl. Soil Ecol.**, v.2, p.25-32, 1995.

TRIVELIN, P. C. O. Manejo de nitrogênio no milho sob plantio direto com diferentes plantas de cobertura, em lotossolo vermelho. **Monografias.com**. pesquisa Google em 18/06/2007

VAN SOEST, P. J. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forages. **J. Anim. Sci.**, 26(1):119-128. 1967.

VARGAS, L.; BORÉM, A. & SILVA, A. A. Herança da resistência aos herbicidas inibidores da ALS em biótipos da planta daninha *Euphorbia heterophylla*. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 19, n. 3, p. 331-336, 2001.

WILLIAMS II, M. M.; MORTENSEN, D. A. & DORAN, J. W. Assessment of weed and crop fitness in cover crop residues for integrated weed management. **Weed Science**, v. 46, p. 595-603, 1998.

ZOSCHKE, A. & QUADRANTI, M. Integrated weed management: Quo vadis?. **Weed Biol. Manage.**, v. 2, p. 1-10, 2003.