

**PRODUÇÃO DE FITOMASSA PARA CULTIVO DE MINIMILHO SOB
SISTEMA DE PLANTIO DIRETO**

CÁTIA REGINA BARBOSA EKLUND

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
MARÇO - 2010**

**PRODUÇÃO DE FITOMASSA PARA CULTIVO DE MINIMILHO SOB
SISTEMA DE PLANTIO DIRETO**

CÁTIA REGINA BARBOSA EKLUND

“Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de Doutor em Produção Vegetal”

Orientador: Prof. Fábio Cunha Coelho

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
MARÇO- 2010**

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do CCTA / UENF 061/2010

Eklund, Cátia Regina Barbosa

Produção de fitomassa para cultivo de minimilho sob sistema de plantio direto / Cátia Regina Barbosa Eklund. – 2010.
104 f. : il.

Orientador: Fábio Cunha Coelho

Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2010.

Bibliografia: f. 65 – 90.

1. Plantas de cobertura 2. Consórcio 3. Plantio direto 4. Minimilho
I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. II. Título.

CDD – 633.158

**PRODUÇÃO DE FITOMASSA PARA CULTIVO DE MINIMILHO SOB
SISTEMA DE PLANTIO DIRETO**

CÁTIA REGINA BARBOSA EKLUND

“Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de Doutor em Produção Vegetal”

Aprovada em 5 de março de 2010

Comissão Examinadora:

Prof. Aldo Shimoya (D.Sc., Genética e Melhoramento) – UNIVERSO

Prof. Geraldo de Amaral Gravina (D.Sc., Fitotecnia)– UENF

Juares Ogliari (D.Sc., Fitotecnia) – UENF

Prof. Fábio Cunha Coelho (D.Sc., Fitotecnia) – UENF
Orientador

Dedico a Deus,
à memória de meu pai,
a minha querida mãe, irmãos e
preciosos esposo e filha.

Agradecimentos

A Deus, que me deu força em todo momento desta caminhada;

A Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro pela oportunidade de realizar este curso e pela bolsa concedida;

A minha mãe e irmãos que sempre me apoiaram;

Ao meu esposo Ubirajara da Silva pela paciência e carinho que de certa forma me fez seguir em frente;

Ao meu grande amigo, Cláudio Marques, que em todo momento da realização do trabalho se fez presente;

À minha cunhada Marilucy que cuidou com carinho da minha filhinha Ana Clara para confecção do trabalho;

Ao professor Fábio Cunha Coelho, pelos ensinamentos e paciência na realização deste trabalho;

Ao professor Silvério de Paiva Freitas pelas sugestões e contribuições a este trabalho;

Ao funcionário da UENF Herval Martinho Ferreira Paes pelos ensinamentos, paciência e amizade que demonstrou durante a realização da pesquisa;

Aos funcionários Cristiano da Silva Barreto e Luiz Carlos de Souza;

Ao funcionário José Acácio e bolsistas, do Setor de Nutrição de Plantas;

Aos funcionários da Pesagro-Rio, Jaqueline e Penha do Laboratório de sementes;

Aos pesquisadores da Pesagro-Rio, em especial José Márcio Ferreira, Lúcia Valentini e Wander Eustáquio Bastos de Andrade;

A Pesagro-Rio pelas as instalações emprestadas durante a pesquisa;

A Aldo Shimoya pela amizade e contribuições durante a realização do trabalho;

A Viviane Fernandes e Antônio Carlos pelos ensinamentos e amizade;

Aos amigos Márcia, Priscila e Cadú pela ajuda durante a realização da pesquisa;

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

CÁTIA REGINA BARBOSA EKLUND graduou-se em Engenharia Agrônômica pela Universidade de Alfenas-MG, em 1992. De 1995 a julho de 1997 foi estagiária junto à Estação Experimental de Seropédica da Pesagro-Rio, onde participou de vários trabalhos de pesquisa na área de melhoramento genético visando resistência a doenças de plantas e controle biológico de fitopatógenos.

Em setembro de 2000, recebeu o título de Mestre em Fitotecnia, área de concentração Fitossanidade, pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, Seropédica-RJ.

Em novembro de 2000 a setembro de 2002, participou do projeto de pesquisa: Cultivo Protegido de Hortaliças para a Região Norte Fluminense, como bolsista da FAPERJ - Apoio Técnico-nível 4, na Estação Experimental de Campos/Pesagro-Rio.

Em dezembro de 2002 a dezembro de 2003, foi bolsista de apoio técnico na Estação Experimental de Campos/Pesagro-Rio, com apoio da TECNORTE, participando do projeto: Adequação Agroecológica de Cultivos Tradicionais em Regiões de Microbacias dos Municípios de Campos dos Goytacazes e Bom Jesus de Itabapoana.

Em março de 2004, iniciou o curso de doutorado em Produção Vegetal, área de concentração Fitotecnia, pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, Campos dos Goytacazes – RJ.

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Cultura do minimilho	3
2.2. Plantio direto	10
2.3. Adubação verde	13
2.4. Decomposição e liberação de nutrientes da palhada	16
2.5. Características de algumas plantas de cobertura	18
2.5.1. Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i> L.)	18
2.5.2. Crotalária (<i>Crotalaria juncea</i> L.)	20
2.5.3. Feijão-de-porco (<i>Canavalia ensiformes</i>)	21
2.6. Plantas Daninhas	21
3. MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1. Localização e características da área experimental	25
3.2. Tratamentos e delineamento	27
3.3. Preparo do solo e semeadura	27
3.4. Colheita	31
3.5. Varáveis analisadas	31
3.5.1. Taxa de cobertura, produção de matéria seca e estoque de nutrientes da parte aérea das plantas de cobertura do solo	31

3.5.2. Avaliação das taxas de decomposição dos resíduos vegetais e liberação dos nutrientes.....	34
3.5.3. Levantamento fitossociológico.....	35
3.5.4. Avaliação da produtividade de minimilho sob sistema de plantio direto	37
3.6. Análise estatística dos dados	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1. Taxa de cobertura das plantas de cobertura do solo	38
4.2. Produção de matéria fresca e seca das plantas de cobertura do solo	40
4.3. Estoque de nutrientes na parte aérea das plantas de cobertura do solo.....	42
4.4. Taxa de decomposição dos resíduos vegetais e liberação dos nutrientes	45
4.5. Levantamento fitossociológico.....	50
4.6. Teores de nitrogênio (TN), de fósforo (TF) e potássio (TP) nas folhas do milho.....	57
4.7. Características produtivas do minimilho.....	60
5. RESUMO E CONCLUSÕES.....	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65

RESUMO

EKLUND, CÁTIA REGINA BARBOSA - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Março de 2010. PRODUÇÃO DE FITOMASSA PARA CULTIVO DE MINIMILHO SOB SISTEMA DE PLANTIO DIRETO Orientador: Fábio Cunha Coelho.

Com o objetivo de avaliar o desempenho de plantas de cobertura utilizadas como pré-cultivo para formação de palhada para a produção de minimilho, foram realizados dois experimentos de campo, em áreas adjacentes, no período de dezembro de 2006 a setembro de 2007. Os experimentos foram conduzidos, no Campo Experimental do CCTA/UENF, localizado na Estação Experimental de Campos da Pesagro-Rio.

Cada experimento foi realizado em duas etapas, a primeira constituída pelas plantas de cobertura como pré-cultivo para formação de palhada e a segunda com o cultivo de milho para obtenção do minimilho.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos constaram das seguintes espécies de plantas de cobertura: sorgo (*Sorghum bicolor*); crotalária (*Crotalaria juncea* L.); feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*) e suas combinações: sorgo + crotalária; sorgo + feijão-de-porco; crotalária + feijão-de-porco; sorgo + crotalária + feijão-de-porco e vegetação de ocorrência natural (testemunha). Para a segunda fase do experimento, a cultivar utilizada de milho foi a híbrido UENF 506-8.

As espécies apresentaram bom potencial quanto à porcentagem de cobertura do solo, com exceção da vegetação natural. Todas as espécies utilizadas como plantas de cobertura e suas combinações em condições adequadas de cultivo tendem a produzir quantidade de matéria seca suficiente para o sistema. Os tratamentos crotalária e crotalária + feijão-de-porco apresentaram os maiores teores de N nos tecidos. A vegetação natural apresentou menor acúmulo de N que os demais tratamentos. Todas as combinações (consórcio) foram semelhantes quanto ao acúmulo de P e K. Em relação à decomposição do material vegetal, o sorgo e a vegetação natural, permaneceram por mais tempo sobre o solo. Houve uma grande variabilidade no tempo de meia vida ($T_{1/2}$) entre os tratamentos quanto à liberação de nutrientes. *Cyperus rotundus* (tiririca) e a espécie *Sorghum halepense* (capim-massambará) foram as espécies que apresentaram maior índice de valor de importância na área experimental antes do corte das plantas de cobertura. Após o corte das plantas de cobertura e no final do ciclo da cultura quem mais influenciou foi a *Cyperus rotundus*. De maneira geral os teores de N nas folhas de milho, apresentaram-se abaixo de 30 g Kg^{-1} , enquanto P e K apresentaram teores adequados à cultura do milho. Somente o número total de espigas apresentou efeito dos tratamentos, enquanto o peso, diâmetro e comprimento das espigas não foram afetados significativamente.

ABSTRACT

EKLUND, CÁTIA REGINA BARBOSA - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. March, 2010. Phytomass production for baby corn's culture under direct cultivation system. Adviser: Fábio Cunha Coelho.

Aiming to evaluate the coverage plants performance used as pre-cultivation plants in order to form straw for baby corn production, were conducted two field experiments in adjacent areas, from December 2006 to September 2007. The experiments were conducted on an experimental field of CCTA / UENF, located at the Campos Experimental Station at Pesagro-Rio.

Each experiment was performed in two stages, the first consisting of the coverage plants as a pre-cultivation for formation of straw and the second, with the cultivation of corn in order to obtain baby corn.

The experimental design was a randomized blocks with four repetitions. The treatments consisted of the following species of coverage plants: sorghum (*Sorghum bicolor*), sunnhemp (*Crotalaria juncea* L.), jack bean (*Canavalia ensiformis*) and their combinations: sorghum + sunnhemp; sorghum + jack bean; sunnhemp + jack bean; sorghum + sunnhemp + jack bean and vegetation occurring naturally (witness). For the second phase of the experiment, the corn's cultivation used was the hybrid UENF 506-8.

The species showed good potential as to the percentage of soil coverage, excepting natural vegetation. All species used as coverage plants and their

combinations under suitable condition of cultivation tend to produce sufficient amount of dry matter for the system. The treatments sunnhemp and sunnhemp + jack bean showed the higher N content in tissues. The natural vegetation showed lower N accumulation than other treatments. All combinations (consortium) were similar to the accumulation of P and K. Regarding the decomposition of vegetal material, sorghum and natural vegetation remained longer on the soil. There was great variability in the half-life ($T_{1/2}$) between treatments for the release of nutrients. *Cyperus rotundus* and *Sorghum halepense* were the species with highest importance value rate in the experimental area before the coverage plants cutting. After cutting the coverage plants and in the end the cycle of culture that was the most influential was *Cyperus rotundus*. In general, the N content in leaves of corn, were below 30 g kg^{-1} , while P and K levels were adequate to corn culture. Only the total number of maize ear showed effect of the treatments, while the weight, diameter and length of these maize ears were not affected significantly.

1. INTRODUÇÃO

Nos anos 60 e 70, a produção agrícola, impulsionada pela chamada revolução verde, alcançou patamares nunca antes verificados, elevando a produção mundial de alimentos. Foi um período marcado por geração de conhecimentos tecnológicos destinados à agropecuária do mundo inteiro e sistematizado em pacotes tecnológicos. Apesar de grandes safras, começaram a surgir problemas tanto socioeconômicos quanto ambientais. Com respeito ao ambiente, verificavam-se a destruição das matas, a erosão dos solos, a contaminação dos recursos naturais, dos alimentos e o desequilíbrio do ecossistema, como consequência, quase inerente à produção agrícola (Ehlers, 1997). Com isto, práticas menos agressivas ao ambiente passaram a ser adotadas e o sistema de plantio direto vem sendo apontado como a técnica agrícola mais sustentável (Amado e Eltz, 2003). Quando conduzido adequadamente, com emprego de plantas de cobertura adaptadas regionalmente, conduzidas em rotação com cultivos comerciais, permite maior diversificação, menores riscos de ataques de pragas e doenças, melhor aproveitamento dos nutrientes e do solo, maior diversidade biológica e maior rentabilidade, consequentemente, melhoria das condições socioeconômicas do produtor rural (Almeida, 2004).

Em diversas regiões do Brasil está sendo adotado o sistema de plantio direto, porém é pouco o conhecimento sobre plantas de cobertura que possam produzir quantidade de matéria seca suficiente para o sistema e,

conseqüentemente, manter ou elevar a fertilidade do solo e a produtividade das culturas comerciais, além de auxiliar no controle de plantas daninhas (Oliveira et al., 2002). Alguns autores sugerem que 6 t ha^{-1} de resíduos sobre a superfície do solo seja a quantidade adequada ao sistema de plantio direto de produção (Alvarenga et al., 2001; Hernani e Salton, 2001). Esta quantidade de resíduos pode variar dependendo do tipo de planta, região, condições edafoclimáticas em função das facilidades ou dificuldades de produção de fitomassa ou da taxa de decomposição (Alvarenga, et al., 2001).

O cultivo do minimilho vem surgindo como uma alternativa promissora para os produtores, principalmente os pequenos, para aumentar a renda na propriedade, já que estes permitem ganhos quatro a cinco vezes superiores ao do milho para grãos (Galinat, 1985; Thakur et al., 1998). Esse é um produto promissor para o mercado tanto interno quanto externo, sobretudo porque, no Brasil, o produto industrializado era a bem pouco tempo, em sua maioria, importado da Tailândia. O aparecimento crescente do produto nas prateleiras dos supermercados mostra o potencial do mercado consumidor brasileiro, indicando também uma abertura para o mercado externo, principalmente o americano e o europeu.

O minimilho pode ser cultivado tanto no sistema tradicional como no sistema de plantio direto. Este último é mais recomendado, inclusive porque o próprio minimilho produz a palhada, principal característica do plantio direto. Contudo, há carências, nesse sistema de produção agrícola, de informações quanto ao desempenho e algumas espécies de adubos verdes usados como plantas de cobertura na cultura do minimilho. Diante disso, este trabalho tem como principal objetivo avaliar o efeito de espécies utilizadas como plantas de cobertura do solo na produção de milho para obtenção de minimilho, sob sistema de plantio direto.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cultura do minimilho

O minimilho ou “baby corn” é o nome dado à inflorescência feminina (antes da polinização) ou ao sabugo jovem da espiga de uma planta de milho (Galinat e Lin, 1988). É considerado uma hortaliça devido ao tempo gasto do plantio até a colheita (Pereira Filho e Cruz, 2001).

A composição do minimilho é similar a outras hortaliças, como a couve-flor, o tomate, a berinjela e o pepino e tem o diferencial de possuir menor valor calórico se comparadas ao milho comum (Pereira Filho e Queiroz, 2008). Segundo Yodped (1979), o minimilho possui cerca de 89,1% de umidade, 0,20% de gordura, 1,90% de proteína, 8,20% de carboidratos e 0,60% de cinzas e em cem gramas deste produto contém em média, 86 mg de fósforo, 0,1 mg de ferro, 64 UA de vitamina A, 0,05 mg de tiamina, 0,8 mg de riboflavina, 11,0 mg de ácido ascórbico e 0,3 % de niacina.

Com o desenvolvimento da indústria de conservas, esse produto tornou-se importante, provocando crescimento na área plantada com milho, tornando-se ótima alternativa econômica para o desenvolvimento da pequena agroindústria (Pereira Filho, et al. 1998b) e com grande potencial para exportação (Bastiani, 2004).

As espigas jovens são colhidas no estágio de dois a três dias após a exposição dos estilo-estigmas, antes do início da formação de grãos (Galinat e Lin, 1988; Miles e Zenz, 2000).

No continente asiático, o minimilho é muito consumido. Além disto, representa uma atividade econômica para países como a Tailândia, o Sri Lanka, Taiwan, China, Zimbábue, Zâmbia, Indonésia, Nicarágua, Costa Rica, Guatemala e Honduras, que são os maiores exportadores conhecidos (Pereira Filho e Furtado, 2000). Mas, este quadro vem mudando, tanto o consumo como a produção deste produto atualmente está se expandindo mundialmente, especialmente na África, América do Sul e Oceania. Porém, as informações estatísticas sobre a produção e o consumo de minimilho são limitadas, porque muitos países produtores negligenciam ou não possuem essas informações (Miles e Zenz, 1998).

Existem relatos no Brasil, assim como nos Estados Unidos e Japão, da preferência para o consumo *in natura* do minimilho nacional, pelo fato de esse produto não conter conservantes e outros aditivos químicos, os quais estão presentes no produto importado (Miles e Zenz, 1998).

O custo de produção do minimilho por hectare é considerado baixo, tornando-se altamente rentável. De acordo com Pereira Filho e Queiroz, (2008) em Minas Gerais, o produtor recebe até R\$3,00 por quilo de minimilho minimamente processado. Se já processado em conserva, o valor sobe para R\$5,00. Outro atrativo de uma lavoura de minimilho é a economia de insumos. O custo de produção é menor se comparado ao cultivo de milho em grão, já que a ocorrência de pragas e doenças é atenuada pela exigência da colheita mais precoce.

O minimilho pode ser cultivado tanto no sistema convencional como em plantio direto, podendo utilizar a palhada produzida pelo próprio cultivo do minimilho (Pereira Filho et al., 1998b).

Nas regiões tropicais, pode ser cultivado o ano todo, no verão deve ter o cuidado para que não ocorra estresse hídrico; e no período de inverno fazer um bom planejamento, pois a produção cai muito por causa do ciclo se prolongar demais, podendo prejudicar o fornecimento para o mercado consumidor (Pereira Filho, et al., 1988; Pereira Filho e Cruz, 2001).

No Brasil diversos trabalhos de pesquisa vêm sendo desenvolvidos na busca de uma cultivar ideal que atenda à demanda por parte da indústria, no país. Tem-se utilizado preferencialmente, cultivares de milho-doce e de pipoca (Pereira Filho, et al., 1998b). Entretanto, uma das desvantagens no uso de cultivares de milho-doce é o desenvolvimento muito rápido das espigas, perdendo seu valor comercial (Bar-Zur e Saadi, 1990; Rodrigues et al., 2004), mas é compensada com algumas vantagens: mais tenras e o pedúnculo da espiga se destaca mais facilmente da planta-mãe (Santos et al., 2001). O milho de pipoca dentre outras características apresenta porte mais baixo, amadurecimento precoce, uniformidade do florescimento e prolificidade (Thakur et al., 2000). Segundo Barzur e Saadi (1990), a utilização de híbridos prolíficos é uma alternativa para obter espigas de maior qualidade e reduzir o custo de produção, pois o número de espigas colhidas por planta é maior e a área de plantio menor (Rodrigues, et al., 2004).

As espigas devem ser uniformes, pequenas e apresentando coloração amarelo creme por ocasião da colheita (Chutkaem e Paroda, 1994).

A semeadura para obtenção do minimilho é feita como na produção de grãos, apenas aumenta-se o estande, uma vez que o interesse é a maior produção de espigas por área. A densidade de semeadura influencia as características do produto em relação ao tamanho e diâmetro das espigas. Recomenda-se utilizar altas densidades de plantio de 120.000 até 200.000 plantas ha^{-1} , dependendo da cultivar utilizada e das condições de fertilidade, mostrando bons rendimentos de minimilho comercial (Faiguenbaum e Olivares, 1995; Kotch, et al., 1995; Thakur et al., 1997; Verma, et al., 1998; Sahoo e Panda, 1999a). Em Sete Lagoas, MG, foi conduzido um experimento com quatro genótipos de milho em quatro densidades variando de 87.500 a 237.500 pl ha^{-1} , as que proporcionaram melhores rendimentos de minimilho comercial foram as de maiores densidades (187.500 e 237.500 mil pl ha^{-1}), com espaçamento de 0,80 m (Pereira Filho e Cruz, 2001).

O espaçamento recomendado é de 0,80 m para não dificultar a colheita que é manual e também para não favorecer o aparecimento de pragas e doenças (Pereira Filho e Cruz, 2001). Na literatura, são citados vários trabalhos que foram conduzidos com espaçamentos de 0,90 e 0,80 m e tiveram bons rendimentos de minimilho comercial (Baw e Myanmar, 1993; Kotch et al., 1995; Miles e Zens,

1997). Bastiani (2004) avaliou espaçamentos e densidades para cultura do minimilho e verificou que no espaçamento de 0,80 m e densidades, de 12 e 14 plantas por metro ocorreu aumento no número de espigas por planta, enquanto, o espaçamento de 0,60 m proporcionou maiores valores de números de espigas totais (NET), números de espigas comerciais (NEC) e peso de espigas comerciais (PEC). Maior NET e NEC foram obtidos entre 16 e 18 pl. m⁻¹. A densidade de 18 pl. m⁻¹ foi a que proporcionou maior PEC. Outros autores, como Thakur et al. (1997) e Sahoo e Panda (1999b) trabalharam com espaçamentos menores de 0,40 x 0,20 m, levando a maiores rendimentos de espigas comerciais por hectare, mesmo quando testadas em épocas distintas (verão e inverno), não levando em consideração a praticidade na hora da colheita.

Apesar do elevado número de plantas por área, o minimilho apresenta curto período de exploração do solo e dependência da sua fertilidade, devido ao fato da planta não completar seu ciclo normal como acontece com a cultura do milho destinado à produção de grão ou silagem. Neste aspecto, grandes aportes de fertilizantes não são traduzidos em produtividades e lucros (Vasconcellos, et al., 2001). Entretanto, o fornecimento de nitrogênio, tanto na adubação de plantio quanto de cobertura deve ser aumentado (Fancelli e Dourado Neto, 2000). Miles e Zenz (2000) sugerem para a produção do minimilho, uma disponibilidade de 90 a 115 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

Sahoo e Panda (1999b), trabalhando com interação entre doses de nitrogênio (80, 120 e 160 kg ha⁻¹) e diferentes espaçamentos, obtiveram aumento significativo na produção de minimilho, conforme se aumentava a dose de N. Bastiani (2004), avaliando a produção de minimilho submetido a diferentes manejos de plantas daninhas e doses de nitrogênio (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹), observou que ocorreu aumento no número de espigas por planta, no número de espigas totais e comerciais e no peso de espigas comerciais nas maiores doses de nitrogênio quando aliada a um método de controle de plantas daninhas.

Em geral, 70 a 90 % dos ensaios de adubação com milho realizado em campo, no Brasil, apresentaram respostas à aplicação de nitrogênio (Coelho, 2008). Segundo os mesmos autores, a recomendação de adubação fosfatada e potássica vem sendo realizada de acordo com sua disponibilidade no solo, o potencial de produção da região e o nível de tecnologia utilizado pelos produtores.

Aumentos de produção em função da aplicação de potássio têm sido observados para solos com teores muito baixos e com doses de até 120 kg de K_2O ha^{-1} .

Sahoo e Panda (1997) avaliaram o efeito de sete diferentes níveis de N:P:K (0:0:0; 20:4,4:8,3; 40:8,7:16,7; 60:13,1:25; 80:17,5:33,3; 100:21,8:41,7 e 120:26,2:50), na produtividade de minimilho e observaram aumentos significativos na produção com a formulação 120:26,2:50.

Outro componente do sistema de produção é o controle de plantas daninhas, que é o mesmo utilizado para o cultivo do milho (Silva e Duarte, 1997).

As plantas daninhas requerem para seu desenvolvimento os mesmos fatores exigidos pela cultura do milho, ou seja, água, luz, nutrientes e espaço físico, estabelecendo um processo competitivo quando cultura e plantas daninhas se desenvolvem conjuntamente (Karam e Melhorança, 2008). Segundo esses mesmos autores, a interferência imposta pelas plantas daninhas à cultura do milho e à competição por nutrientes essenciais também são fatores importantes. As perdas ocasionadas na cultura do milho em função da interferência imposta pelas plantas daninhas têm sido descritas como sendo da ordem de 13,1%, sendo que em casos onde não tenha sido feito nenhum método de controle esta redução pode chegar à aproximadamente 85%.

Em condições de competição o nitrogênio seria o nutriente de maior limitação entre milho e planta daninha. Bastiani (2004), avaliando os efeitos de diferentes doses de nitrogênio e de fósforo e manejos de plantas daninhas sobre a cultura do minimilho, observou que conforme se aumentava a dose de N ocorria um decréscimo na infestação de plantas daninhas.

Segundo Santos (1984), o período de competição para a cultura do milho está entre 15 e 30 dias após a semeadura, quando os prejuízos são maiores e irreversíveis e para Silva et al. (2004), vai dos 20 aos 60 dias após a emergência, que corresponde ao intervalo entre a terceira e a décima quarta folha. Para estes autores o número de dias do período crítico pode ser aumentado ou reduzido em função do clima da região e, por isso, eles consideram o número de folhas das plantas de milho o melhor indicador deste período, devido a um maior sombreamento.

Para evitar perdas no rendimento do minimilho é de extrema importância o controle das plantas daninhas, já que a colheita se inicia entre os 50 e 60 dias após a emergência das plantas. Trabalhos de pesquisa têm demonstrado a

eficiência de práticas integradas de manejo no controle de plantas daninhas, podendo reduzir o uso de agroquímicos (Anderson, 1997; Silva, 2002). A combinação de espaçamentos, densidade de semeadura, cultivares com diferenças nos ciclos e arquitetura mais eretas, e níveis de fertilizantes, pode constituir um sistema em que o milho seja mais competitivo com as plantas daninhas (Teasdale, 1995; Swanton e Murfhy, 1996). A rotação de culturas também tem demonstrado sua importância no controle das plantas daninhas (Lorenzi, 1986), principalmente onde o uso de herbicidas não será utilizado.

Em relação à colheita, deve ser realizada pela manhã quando a umidade das espigas é mais alta e a temperatura mais baixa, favorecendo assim a qualidade do produto (Miles e Zens, 1998). A espiga deve ser colhida destacando-a ou cortando-a pela base, evitando que seja arrancada ou quebrada (USAID/RAP, 2004).

O manejo cultural para colheita exige tecnologia própria, se inicia em torno de 50 a 60 dias após a germinação da semente, podendo variar de acordo com o ciclo da cultivar utilizada e condições ambientais, pois em período mais frio este pode se estender até próximo 100 dias (Pereira Filho et al., 1998). O ponto ideal de colheita é quando as espigas estiverem no estágio de dois a três dias após a exposição dos estilo-estigmas (Bar-Zur e Saadi, 1990), que estarão com cerca de 2 a 3 cm além da ponta da espigas (Santos, et al., 2001). Deve-se fazer acompanhamento diário do desenvolvimento da planta, pois nesta fase ela se desenvolve muito rapidamente. Quando as espigas atingirem o tamanho ideal, faz-se a colheita geral (Miles e Zens, 2000). Geralmente são efetuadas duas a três colheitas por planta dependendo da cultivar e da época de semeadura (Galinat, 1985; Thakur e Sharma, 1999), podendo chegar até quatro espigas (Santos et al., 2001). Este fato está relacionado à quebra da dominância apical proporcionada pela colheita de uma espiga que ao ser colhida induz a gema seguinte a emitir uma nova espiga, e assim, sucessivamente, podendo chegar até dez colheitas, porém as últimas colhidas não atendem o padrão comercial, por isto recomenda-se até a quarta colheita (Pereira Filho et al., 2000). Outro aspecto importante é a retirada do pendão da planta logo após seu aparecimento, estimulando assim o seu crescimento e contribuindo para maior uniformidade e rendimento (Carvalho et al., 2003).

Por ter água como principal constituinte, requer cuidados nas fases de pós-colheita, de armazenamento e de comercialização, para prevenir perda de massa, que resultará em perdas quantitativas, aparência (murchamento e enrugamento), qualidades texturais (amaciamento e perda de suculência) e na qualidade nutricional (Kader, 1992).

Com a retirada do minimilho, a palhada, bem como as folhas, o pendão, o colmo e as espigas não comerciais podem ser utilizados como forragem para alimentação bovina e de outros animais (Pereira Filho et al., 1998a).

Após a colheita, em um período de duas horas, o produtor deverá colocar o material em câmara fria, para reduzir a temperatura em torno de 5 a 7°C de acordo com a temperatura ambiente, para evitar a transpiração e respiração excessiva. Uma outra forma de reduzir a temperatura do material é colocá-lo imerso em água bem gelada ou colocar gelo sobre o mesmo. O resfriamento com ar frio também é utilizado, mas com algumas desvantagens, além de ser de efeito mais lento, poderá desidratar o minimilho. Porém, é melhor usar o ar frio do que não refrigerar, pois uma redução de 2% no teor de umidade já é o suficiente para que o produto perca em qualidade (USAID/RAP, 2004).

O despalhamento e a seleção criteriosa das espigas são feitos para enquadrá-las em padrões comerciais, ou seja, que apresentem tamanhos variando entre 4 a 12 cm de comprimento e 1 a 1,8 cm de diâmetro (Chutkaem e Paroda, 1994; Pereira Filho e Furtado, 2000; Pereira Filho e Cruz, 2001), forma cilíndrica e coloração variando de branco-pérola a creme-amarelado (Kitiprawat, 1989). No caso da indústria, o material deve ser transportado com a palha, pois conserva melhor suas propriedades.

A preferência do mercado é pelo tamanho médio que varia de 8 a 10 cm x 1,5 cm de diâmetro. Em cada 100 kg de espigas são obtidos de 15 a 20 kg de minimilho aproveitável, segundo os padrões da indústria de conservas alimentícias (Pereira Filho, et al., 1998b).

Após o resfriamento, o produtor deve embalar o minimilho para o transporte ou armazená-lo de 5 a 12°C, sob umidade relativa de 90%. O transporte deve ser feito em caminhões frigoríficos ou de avião, em *containers* dotados de sistema de isolamento térmico (Santos, et al., 2001).

O processo de conservação do minimilho envolve descascamento e lavagem com água clorada, branqueamento, resfriamento, enchimento dos

frascos, esterilização em autoclave e armazenamento. O processo de conservação dura cerca de 90 dias na salmoura (Pereira Filho, et al., 1998b).

2.2. Plantio Direto

As pesquisas referentes às práticas de plantio direto foram iniciadas na Estação Experimental de Rothamsted em 1940, e em Michigan por volta de 1946, devido à intensa erosão que ocorreu em consequência do uso excessivo de operações para o preparo do solo (Jones, et. al., 1968).

O marco oficial do plantio direto no Brasil foi em 1971, no estado do Paraná, pelo Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuário Meridional do Ministério da Agricultura - IPEAME/MA (Muzilli, 1981).

No início, surgiram diversas barreiras na adoção do sistema, devido à falta de informação sobre a nova tecnologia, de maquinário apropriado e ineficiência no controle de plantas daninhas. Com o surgimento de herbicidas cada vez mais eficientes e do desenvolvimento de sementeiras adequadas, na década de 90, cerca de um milhão de hectares estavam sendo cultivados sob plantio direto com culturas anuais, atingindo mais de 12 milhões no ano de 2000 (Embrapa, 2005). O plantio direto já é uma realidade também para a agricultura familiar, inclusive para os agricultores que utilizam tração animal. Segundo dados da Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha (FEBRAPDP), a área cultivada com plantio direto a tração animal no Paraná é de 90.357 ha (safra 1994/2001), cuja ampliação vem apresentando tendência crescente.

Trabalhos de validação dessa tecnologia foram realizados, por órgãos de pesquisa e extensão juntamente com os agricultores, tornando possível a adaptação desta técnica na pequena produção familiar não apenas do Paraná, mas de todo o Brasil.

Jones et al. (1968), definiram a técnica como sendo o plantio de uma cultura diretamente sobre a cobertura vegetal, morta quimicamente, ou sobre os resíduos da cultura anterior sem o preparo mecânico do leito da sementeira. Com o passar dos anos aconteceram várias inovações no sistema e Denardin (1996), definiu plantio direto mais amplamente, como sendo um sistema de exploração agropecuário que envolve diversificação de espécies, via rotação de culturas, as quais são estabelecidas mediante a mobilização do solo, exclusivamente, na linha

de semeadura, mantendo-se os resíduos vegetais das culturas anteriores na superfície do solo.

Portanto, o plantio direto não é uma técnica isolada, mas um conjunto de ações que permite evitar o preparo mecânico do solo e para seu sucesso é dependente de três requisitos básicos: o não revolvimento do solo, rotação de culturas e o uso de plantas de cobertura adaptadas (Ribeiro, et al., 2001).

O sistema de plantio direto mostra-se bastante apropriado às condições brasileiras e vem sendo apontado como a técnica agrícola mais sustentável (Amado e Eltz, 2003; Boer et al., 2008), pois o manejo convencional do solo tem promovido a rápida decomposição dos resíduos vegetais e redução de matéria orgânica (Reeves, 1997). Este sistema vem sendo utilizado para culturas perenes, cana-de-açúcar, recuperação de pastagens e olericultura, em sistema orgânico e convencional (Embrapa, 2005).

Diversos trabalhos relatam o efeito das culturas de cobertura sobre a produtividade e a resposta à adubação nitrogenada na cultura do milho.

O cultivo de planta de cobertura antecedendo a cultura do milho pode resultar em aumento de produtividade, seja pelo cultivo de *fabaceas* que reduzem a necessidade de adubo nitrogenado (Amado et al., 2002), seja pelo cultivo de *poaceas* que, com maior relação C/N, proporcionam um período maior de cobertura do solo, devido à sua decomposição mais lenta (Cereta et al., 2002).

Spagnollo et al. (2002), em um Latossolo Vermelho distroférico, avaliaram o efeito do cultivo intercalar de feijão-de-porco, guandu-anão, mucuna-cinza e soja preta para cobertura de solo no fornecimento de N e no rendimento de grãos de milho, no Estado de Santa Catarina, em cultivo mínimo durante seis anos. De maneira geral, ocorreu aumento no suprimento de N e, conseqüentemente, no rendimento de grãos de milho na safra seguinte, sendo este efeito maior na ausência de N mineral. A mucuna-cinza promoveu maior fornecimento de N e rendimento de grãos no milho, seguido pelo feijão-de-porco e pelo guandu anão.

Duarte Jr (2006), avaliando os efeitos dos adubos verdes de feijão-de-porco e milheto no rendimento do milho em sistema de semeadura direta, obteve maior produtividade quando utilizou o feijão-de-porco como cobertura. O mesmo autor avaliando o custo de produção do milho, em sistema de semeadura direta

comparado ao convencional, verificou que em termos operacionais ocorreu uma redução de 26% quando utilizou o sistema de semeadura direta.

A adoção do sistema de plantio direto reduz o custo de preparo do solo, o uso de produtos fitossanitários e fertilizantes e há também a redução de mão-de-obra, uso de herbicidas no controle de plantas daninhas, devido à presença de palha na superfície do solo (Duarte Jr. 2006; Fontanetti et al., 2006).

Almeida (2004), avaliando o custo de produção de cultivares e híbridos de couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*), sob sistema de plantio direto e convencional em fase de conversão ao sistema orgânico, observou que o sistema de plantio direto apresentou custo total de produção 8% superior ao convencional. O incremento no custo de produção pode ser explicado pela inclusão das operações e insumos para implantação e condução da planta de cobertura e por ser o primeiro ano com cultivo neste sistema. Segundo o autor, possivelmente, em anos subseqüentes estes custos tenderão a igualar-se ou mesmo serem inferiores ao convencional, visto que, o sistema de plantio direto, a médio prazo, favorece o controle de plantas daninhas, reduzindo a necessidade de capina. Além disto, melhora a agregação do solo e as condições fitossanitárias das culturas (Muzzilli, 1981), proporcionam maior economia de adubação e maquinário (Dick, 1991; Landers e Freitas, 2002), além de outros benefícios que contribuem para o aumento de produtividade e, conseqüentemente, redução dos custos (Filho, et al., 2001).

Silva et al. (2002), estudando o comportamento da cultura de brócolis em sistema de plantio direto orgânico, utilizando crotalária solteira e consorciada com sorgo como plantas de cobertura, concluíram que a presença de crotalária favorece a maior produção de matéria seca da inflorescência de brócolis, que foi de 71,9g e 64g, respectivamente. De forma semelhante, o plantio direto de repolho (cv. Astrus) sobre a palhada roçada de *Crotalária juncea* resultou em aumento no rendimento da cultura, quando comparado ao plantio sobre a palhada da vegetação natural (Oliveira, 2001).

O sistema de plantio direto conduzido adequadamente, com emprego de plantas de cobertura adaptadas regionalmente, conduzidas em rotação com cultivos comerciais, permite maior diversificação, menores riscos de ataques de pragas e doenças, melhor aproveitamento dos nutrientes e do solo, maior

diversidade biológica e maior rentabilidade, conseqüentemente melhora das condições socioeconômicas do produtor rural (Almeida, 2004).

2.3 Adubação Verde

O manejo inadequado do solo pode, ao longo do tempo, trazer sérias conseqüências, exaurindo-o de suas reservas orgânicas e minerais. Uma crescente preocupação, em relação à qualidade do solo, tem sido característica das últimas décadas, devido a problemas associados à poluição ambiental, erosão, queimadas, salinização e desertificação (Sanders, 1992).

São várias as possibilidades para aumentar a produtividade das plantas cultivadas sem perturbar o ambiente (Ambrosano et al., 2001). Uma das práticas que merece maior atenção é adubação verde associada a sistemas de manejo conservacionistas.

Adubação verde é a utilização de plantas em rotação, sucessão ou consorciação com as culturas incorporando-as ao solo ou deixando-as na superfície, proporcionando, em geral, uma melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo (Souza e Resende, 2003; Fontanétti et al., 2004; Boer et al., 2008). Seus múltiplos efeitos têm sido constatados na proteção do solo, mediante a redução das perdas por erosão, o que proporciona ganho de matéria orgânica, aumento da capacidade de troca catiônica e da reciclagem dos nutrientes das camadas mais profundas para a superfície, ameniza os problemas de compactação por meio da redução da densidade global (Sá, 2004), pela fixação biológica de N (De-Polli et al., 1996; Nelson King, 1996; Torres, 2003; Castro et al., 2005), controle de nematóides (Mojtahedi et al., 1993) e de plantas concorrentes, pela cobertura do solo (Favaretto et al., 2000), e pela alelopatia (Jacobi e Fleck, 2000).

Apesar de constar na literatura resultados de pesquisa que indicam o efeito favorável da adubação verde na produção agrícola, ocorreu um declínio considerável no uso desta prática, devido à intensificação do cultivo e ao aumento da disponibilidade de fertilizantes químicos (Singh et al., 1991), ficando restrita a um número reduzido de agricultores (Ambrosano et al., 2001). Por outro lado, Doran e Parkin (1994) afirmaram nos últimos vinte anos que houve um incremento na utilização de adubos verdes, e entre os fatores está a expansão do

plantio direto no Brasil. Sendo a base de sustentação deste sistema, a não mobilização do solo e a manutenção de cobertura (verde e/ou morta) permanente, fazendo com que esta técnica se apresente como uma alternativa às práticas convencionais (Pontes, 2000). O termo “plantas de cobertura” vem sendo utilizado para designar diferentes adubos verdes utilizados no sistema de plantio direto no Brasil e um dos grandes desafios é o uso compatível das diferentes espécies com os sistemas de produção específicos para cada região, com as condições edafoclimáticas específicas locais, assim como os objetivos pretendidos e as condições socioeconômicas dos produtores (Alvarenga, 2001; Calegari, 2002; Lamas e Staut, 2005). Portanto, na escolha da espécie, devem ser levadas em consideração, a disponibilidade e produção de sementes viáveis, boa produção de massa verde e seca, rusticidade, adaptação a diferentes níveis de fertilidade, sistema radicular profundo e abundante, não se tornar planta invasora, resistência a pragas e doenças e a possibilidade de utilização comercial (Bonamigo, 1999; Alvarenga et al., 2002). A habilidade de uma espécie crescer em um ambiente menos favorável é fator decisivo, uma vez que as culturas comerciais são estabelecidas nas épocas mais propícias (Alvarenga et al., 2001; Chaves e Calegari, 2001; Ernani et al., 2001).

Além da escolha da espécie, a forma como é manejada é de fundamental importância, pois são fatores decisivos que irão determinar a quantidade e a qualidade da palha na superfície do solo. Cada espécie de adubo verde tem efeito específico sobre as propriedades do solo, conforme a sua composição de proteínas, carboidratos, lipídios, celulose, lignina e outros (Gouveia, 1995).

Assim, é preciso avaliar a adaptação dos adubos verdes a diferentes sistemas de manejo.

Segundo Darolt (1998), no sistema de plantio direto é indispensável um esquema de rotação de culturas bem planejado, de maneira que possa propiciar uma quantidade mínima de 6 t ha^{-1} de matéria seca sobre o solo. Porém, Fiorin (1999) e Amado (2000) destacam que o aporte de matéria seca, em regiões quentes, adicionada na superfície do solo deve estar em torno de 10 a 12 t ha^{-1} .

Portanto, diversas famílias botânicas podem ser utilizadas como adubos verdes, desde que atendam a principal exigência, ou seja, uma boa produção de biomassa (Castro, 2004). Porém, as famílias mais utilizadas são as *Fabaceae* e *Poaceae*, sendo as fabáceas capazes de fixar nitrogênio atmosférico devido à

associação com bactérias dos gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*. Já as poaceas possuem maior relação C/N, levando maior tempo de permanência da palhada no solo (Seguy et al., 1997), desenvolvimento inicial mais rápido, o que possibilita melhor adaptação às condições edafoclimáticas adversas.

As poaceae começaram a ser cultivadas como cobertura de solo, em sistema de plantio direto, por apresentarem melhor performance em relação às fabaceae, porém, como qualquer espécie cultivada em sistema extensivo de monocultura, os adubos verdes também começaram a dar problemas com pragas, doenças e compactação do solo (Glass, 2005).

O consorciamento tem como objetivo resolver esses problemas e otimizar as ações benéficas dos adubos verdes, levando em consideração as propriedades de cada espécie. Deste modo, a adubação verde, a partir do consórcio entre poaceae e fabaceae, pode determinar as combinações de resíduos com características favoráveis, não só à proteção do solo, mas também à nutrição das plantas (Bortolini et al., 2000; Calvo, 2007). Além disso, a presença de uma espécie poaceae como planta de cobertura é importante para a reciclagem de K das camadas subsuperficiais à superfície do solo e também para o aproveitamento do P residuais das adubações anteriores (Rossi et al., 2008).

Perin et al. (2004), destacaram que, no cultivo consorciado entre crotalária e milho, a leguminosa contribuiu com 65% da produção total de fitomassa, maiores teores e acúmulo de N e Ca, enquanto o milho maiores teores de potássio. Heinrichs e Fancelli (1999) constataram maior produção de fitomassa da aveia preta quando consorciado com a ervilhaca comum. No consórcio entre sorgo e crotalária a produção de matéria seca foi estatisticamente semelhante quando cultivadas em monocultivo (Silva, 2002).

Nas regiões mais quentes, onde o processo de decomposição da matéria orgânica é mais acelerado, para maior estabilidade de cobertura no plantio direto, recomenda-se como plantas de cobertura na rotação o uso de poaceas ou o consórcio destas com fabaceas e/ou outras famílias (Sá, 2004).

Calegari et al. (1992) e Seguy e Bouzinac (1999) resumem as principais funções dos adubos verdes no plantio direto:

- cobertura do solo: ameniza as amplitudes térmicas e de umidade, e impede o impacto direto de gotas da chuva e conseqüente desagregação do solo, selamento superficial e erosão;

- aração biológica e introdução de microbiota em profundidade do solo;
- manutenção e/ou melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo, com o contínuo aporte de fitomassa e manutenção ou elevação, ao longo dos anos, do teor de matéria orgânica;
- reciclagem para a superfície, dos nutrientes lixiviados em profundidade, minimizando as perdas no sistema solo-cultura, e extração dos nutrientes não mobilizáveis pelas culturas comerciais;
- manutenção de alta porosidade e de estrutura estável no perfil cultural;
- controle de invasoras competidoras, via sombreamento e alelopatia;
- multiutilidade da fitomassa produzida.

Dentre as funções principais das espécies de adubo verde, a utilização daquelas que oferecem múltiplas utilidades na unidade produtiva tem sido priorizada, sendo capazes de contribuir economicamente. A redução da população de ervas invasoras com o crescimento rápido dos adubos verdes e a alta produção de massa verde deixada em forma de cobertura morta têm recebido mais atenção, especialmente na produção orgânica onde os herbicidas não são utilizados (Pontes, 2001).

2.4. Decomposição e Liberação de Nutrientes da Palhada

A biomassa microbiana é o componente ativo da matéria orgânica e representa um importante componente ecológico, pois é responsável pela decomposição e mineralização dos resíduos vegetais no solo (Moreira e Siqueira, 2002), utilizando esses materiais como fonte de nutrientes e energia para a formação e o desenvolvimento de suas células, bem como para síntese de substâncias orgânicas no solo (Gama-Rodrigues, 1999; Perez et al., 2004).

A decomposição de resíduos é realizada pela ação mecânica de quebra dos materiais e/ou pela ação de enzimas. Como resultado da decomposição, os aportes orgânicos são convertidos em nutrientes minerais disponíveis, matéria orgânica do solo, CO₂ e água (Colozzi-Filho et al., 2001). A decomposição é regulada pela interação entre condições ambientais de clima (Ellert e Bettany, 1992), umidade (Crusciol, 2005), qualidade do material em decomposição (Mercante, 2001) e atividade de macro e microorganismos decompositores presentes no solo. A suscetibilidade dos resíduos vegetais à decomposição está

associada à sua composição química quanto aos teores de celulose, hemicelulose, lignina e polifenóis e às relações entre constituintes como C/N, C/P, lignina/N, polifenóis/N e lignina + polifenóis/N (Rheinheimer et al., 2000; Aita e Giacomini, 2003; Espindola et al., 2006).

Segundo Peixoto (1997), a decomposição das fabaceae é extremamente rápida na fase inicial, enquanto para as poaceae esta velocidade é significativamente menor e mais constante ao longo do tempo. Este aspecto vem sendo associado à maior relação C/N do tecido vegetal, como também ao maior teor de lignina nas poaceae. Embora o teor de lignina seja um componente importante na taxa de decomposição, geralmente é mais expressivo em espécies arbóreas enquanto, para espécies herbáceas, a relação C/N e a concentração de N são os principais reguladores do processo de decomposição. Porém, alguns autores vêm referindo-se a outros índices com correlação no processo de decomposição e liberação dos nutrientes, sendo estes os teores de polifenóis e compostos fenólicos (Tian et al., 1993) e relação lignina/N (Thomas e Asakawa, 1993).

No sistema de plantio direto, a relação C/N assume uma importância ainda maior, devido ao fato que a decomposição da palha pode ocorrer durante todo ciclo de desenvolvimento da cultura, e em alguns momentos podem ocorrer deficiências de N causadas por imobilização temporária na biomassa microbiana (Colozzi-Filho et al., 2001). A adubação verde com fabaceae é um efetivo recurso de suprimento de N para as culturas, desde que esteja em sincronia com a demanda pelas culturas (Thönnissen et al., 2000).

A época de corte das fabaceae também influencia a decomposição dos resíduos adicionados ao solo. Por ocasião da floração, essas plantas apresentam a máxima acumulação de N nos tecidos. Na medida em que as flores e frutos vão sendo formados, ocorre um aumento da relação C/N. Desta forma, quando o objetivo é fornecer nutrientes para outras culturas, recomenda-se fazer o corte das leguminosas durante a floração (Embrapa, 1997).

A quantidade e a qualidade dos resíduos vegetais nos sistemas produtivos também provocam alterações na composição da comunidade microbiana, que é essencial para a ciclagem de nutrientes e decomposição da matéria orgânica do solo, exercendo um papel crucial na manutenção da sustentabilidade do sistema agrícola (Bayer, 1996).

A avaliação da dinâmica de decomposição do material de cobertura é importante para otimização da semeadura direta. Diversos trabalhos com espécies de plantas de cobertura com finalidade de avaliar a produção de biomassa vêm sendo desenvolvidos buscando espécies com elevada produção de resíduos e com maior tempo de meia vida (Moraes, 2001; Oliveira et al., 2002; Silva et al., 2003; Corrêa e Sharma, 2004; Torres et al., 2005; Kliemann et al., 2006; Boer et al., 2008).

A liberação de nutrientes ocorre simultaneamente à decomposição, porém de forma diferenciada. Os diversos nutrientes são liberados tanto por lixiviação como por mineralização. Moraes (2001) observou que a mineralização dos nutrientes em poaceae, no inverno, ocorreu com mais intensidade nos primeiros 63 dias após a dessecação, ao passo que Torres et al., (2005), em estudo realizado na primavera, observaram maior acúmulo de N em fabaceae, entretanto com maiores taxas de liberação de N até 43 dias após a dessecação. Trabalhos demonstram que as fabaceae apresentam maiores taxas iniciais de liberação de nutrientes, fato que pode ser explicado principalmente pela baixa relação C/N do material.

De acordo com Harris e Hesterman (1990), a maior proporção de N da matéria das fabaceae usadas na adubação verde tem como destino o solo, ficando estocado na forma orgânica e a quantidade fixada de nitrogênio varia em função das espécies utilizadas e das condições de clima e de solo. Em alguns casos, essa quantidade pode chegar a mais de 100 kg ha⁻¹ de N (Derpsch et al., 1991).

Quanto ao K, que se encontra em componentes não estruturais e na forma iônica no vacúolo das células das plantas (Marschner, 1995), é rapidamente lixiviado logo após o manejo das plantas de cobertura, com pequena dependência dos processos microbianos. No caso do P, a maior parte encontra-se na planta associada a componentes orgânicos do tecido vegetal e sua liberação está intimamente ligada ao processo de decomposição pelos microrganismos do solo (Conte et al., 2002; Martinazzo et al., 2007).

2.5. Características de Algumas Plantas de Cobertura

2.5.1. Sorgo (*Sorghum bicolor* L.)

É uma *poaceae* originária da África e parte da Ásia, sendo um dos cereais mais importantes em termos de quantidade produzida no mundo, sendo precedido pelo trigo, arroz e cevada.

O sorgo apresenta sistema radicular fasciculado com caule do tipo colmo, podendo atingir uma altura entre 0,70 m e 2,00 m (Silva et al., 1986). É uma planta rústica, de clima tropical, que apresenta considerável tolerância à salinidade e é capaz de suportar estiagens relativamente prolongadas e períodos quentes, necessitando de 400 mm de chuva bem distribuída durante as fases mais críticas. Entretanto, recomenda-se a semeadura no início do período chuvoso, programando para que as fases mais críticas (floração e enchimento de grãos) ocorram antes ou após o veranico (Silva, 1986).

Existem vários tipos de sorgo (graníferos, forrageiros, sacarinos e industriais) que são classificados de acordo com o aproveitamento da planta para diversos fins. O sorgo forrageiro é freqüentemente usado como adubo verde e em sistemas de plantio direto devido à alta quantidade de fitomassa produzida, ao ciclo curto e à grande velocidade de rebrota que permite vários cortes (a cada 30 – 40 dias). A característica de rebrotar facilita o seu uso para alimentação animal e, ao mesmo tempo, cobertura morta no sistema de plantio direto, sendo a produção, em cada corte, estimada em 30 a 45 t ha⁻¹ de matéria vegetal verde (Silva, 1986; Ruas et al., 1988).

A alta produção de fitomassa para cobertura morta do solo indica seu valor para os sistemas de plantio direto, sendo importante no controle de invasoras, especialmente no manejo orgânico. Seguy e Bouzinac (1999), trabalhando em várias fazendas de algodão no Brasil, mostraram a eficiência do sorgo, em sistema de plantio direto. Para a supressão de infestação de tiririca (*Cyperus rotundus*), a produção de matéria seca variou entre 7 e 12 t ha⁻¹, dependendo da cultivar.

Pontes (2001) avaliando cultivares de tomateiro rasteiro sob manejo orgânico, em sistema de plantio direto, usando como pré-cultivo o sorgo consorciado com girassol, registrou maior produção de biomassa no arranjo sorgo-sorgo-girassol, com quase 9 t ha⁻¹ de peso seco total, e com 5,56 t ha⁻¹ imediatamente disponíveis para a formação de cobertura morta.

Salton (1993) e Oliveira (2001) avaliando a produção de palhada de diferentes espécies de verão em cultivo isolado e consorciado, observaram

produtividade de 3,5 t ha⁻¹ e 15,48 t ha⁻¹, para o sorgo em Dourados, MS e Lavras, MG, respectivamente.

Almeida (2004), avaliando a produção de matéria fresca e seca da cultivar de sorgo BR 700, em Lavras – MG obteve um rendimento de 73,2 t ha⁻¹ de matéria fresca e produção de matéria seca de 18,91 t ha⁻¹. Segundo a mesma autora, a alta produtividade observada para o sorgo quando comparada à de outros, foi devido ao aumento de densidade de plantio, recomendada por Van Raij et al. (1996), de 120 a 150 mil plantas por hectare, para 200 a 250 mil plantas por hectare, como pelo seu manejo, o qual foi realizado em estágio mais avançado de desenvolvimento, o de grão viável.

A utilização do sorgo em rotações tem sido citada como benéfica também quanto ao controle de algumas doenças e pragas (Weaver et. al., 1995; Seguy e Bouzinac, 1999).

2.5.2. *Crotalaria juncea* (*Crotalaria juncea* L.)

Fabaceae anual, caule ereto, grande potencial de uso tanto nos cerrados como no Sul do Brasil. É utilizada como melhoradora e recuperadora de solos, contribuindo para a diminuição de alguns nematóides do solo, e prestando-se bem para rotação com cultivos comerciais (milho, soja, trigo, sorgo, hortaliças, etc.; intercalada a milho, café, frutíferas, etc.); e também como cultivo de entressafra (Calegari, 2002).

Planta com certa tolerância a solos pobres e de mediana fertilidade, crescimento bastante rápido competindo e cobrindo o solo com maior rapidez que as invasoras em geral, com potencial de produção de biomassa variando em geral de 15 a 60 t ha⁻¹ de massa verde e de 4 a 15 t ha⁻¹ de matéria seca, em condições de precipitação de 200 a 400 mm (Sá, 2004).

Apresenta um bom sistema radicular melhorando a infiltração de água e tem boa capacidade de fixar nitrogênio e promover uma elevada reciclagem de vários nutrientes no perfil do solo, o que tem contribuído para aumento no rendimento de cultivos posteriores (milho, soja, trigo, brócolis, etc.). Normalmente quase não tem problemas com pragas e/ou doenças. Pode ser semeada solteira ou consorciada. Recomenda-se semear de 25 sementes por metro linear e espaçamento de 50 cm (Calegari, 2002). Pode ser semeada consorciada com

milheto, como foi citado anteriormente e também com sorgo utilizando-se 40 sementes por metro linear e espaçamento de 20 cm entre linha (Silva, 2002).

2.5.3. Feijão- de- porco (*Canavalia ensiformes*)

Fabaceae anual, caule ereto, com certa tolerância a solos pobres e de mediana fertilidade, crescimento bastante rápido competindo e cobrindo o solo com maior rapidez que as invasoras em geral, com potencial de produção de biomassa variando em geral de 20 a 40 t ha⁻¹ de massa verde e de 3 a 6 t ha⁻¹ de matéria seca (Calegari, 2002) .

Araújo e Almeida (1993) avaliando o efeito de feijão-de-porco, em um Podzólico vermelho-amarelo, verificaram que este em cobertura ou incorporado ao solo propiciou produtividade do milho equivalente à do tratamento com 80 kg ha⁻¹ de nitrogênio mineral, afirmando que a adubação verde, em adendo, elevou o teor de K disponível no solo.

Recomenda-se semear 3 a 8 sementes por metro linear e espaçamento de 30-50 cm (Calegari, 1993, 2002).

2.6. Plantas daninhas

Nas áreas destinadas à exploração agrícola a presença de plantas daninhas acarreta redução quantitativa e qualitativa da produção e onera o custo de produção. São caracterizadas por apresentarem capacidade de produzir grandes quantidades de sementes, de dispersão eficaz e longa duração no solo. O caruru (*Amaranthus retroflexus*), por exemplo, produz até 117.000 sementes com viabilidade no solo por até 40 anos (Lorenzi, 1984 b).

Segundo Bridges (1995), as plantas consideradas daninhas são aquelas que se adaptaram com sucesso aos ambientes que são modificados pelo homem com finalidade agrícola. Este autor relata que, para cada forma de exploração agrícola haverá espécies de plantas daninhas específicas a elas associadas.

Em solos degradados, é de se esperar que predominem espécies mais resistentes às condições de estresse. O mata-pasto (*Cassia occidentalis*), por exemplo, passa a predominar em pastagens a partir do momento em que o solo é degradado (Alvarenga et al., 1996). Nas áreas de olericultura, onde o distúrbio é

intenso, os solos são férteis, a irrigação constante e as plantas emergem em condição de solo nu. Predominam as plantas com características de rápido ciclo de desenvolvimento e elevada translocação de nutrientes em favor da formação de estruturas reprodutivas (Alves e Pitelli, 2001).

Ruedell (1995) afirma que pelo fato de não ocorrer o revolvimento do solo no sistema de plantio direto, as plantas daninhas perenes ao contrário das anuais, apresentam tendência de aumento quando comparadas com o plantio convencional.

O conhecimento das plantas daninhas de importância no agro sistema e das características ecológicas específicas, como também o grau de interferência com as culturas econômicas, assume importância para seu controle. O bom manejo integrado deve congrega todos os possíveis métodos de controle, compondo estratégia tecnicamente eficiente e economicamente viável, para manter a sustentabilidade do sistema de plantio direto na palha. Pois, o controle de plantas daninhas neste sistema já foi causa principal de desistência de alguns produtores (Alvarenga, et al., 2001). Com a utilização do manejo integrado é possível minimizar o uso de herbicidas com redução de doses e, em alguns casos, pode-se buscar a sua exclusão, como é o caso de algumas culturas de verão como soja, milho e feijão (Almeida, 1988). Estudos realizados com a cultura da soja, semeada sobre coberturas de palha de aveia, centeio e nabo forrageiro, demonstraram baixa incidência de plantas daninhas, o que dispensou aplicação de herbicidas (Jaster, 1995).

Oliveira et al. (2001), verificaram que a população total de plantas daninhas foi reduzida significativamente pela palhada de milho, independente da presença de herbicida e época do ano, na cultura do milho.

A redução direta da produtividade agrícola pela interferência das plantas daninhas pode ocorrer por ação alelopática ou por competição (Lorenzi, 1984a). A alelopatia que compreende efeitos benéficos e prejudiciais, provocados por um organismo sobre outro (Calegari et al., 1992), é provocada pela liberação de substâncias químicas através dos tecidos vivos ou mortos. A tiririca (*Cyperus rotundus*), por exemplo, mostra efeito alelopático sobre o tomateiro (Lorenzi, 1984 a; Almeida, 1988), podendo reduzir substancialmente a produtividade da cultura. Interferência por competição é devida, principalmente, à rápida taxa de crescimento e desenvolvimento do sistema radicular das espécies invasoras

(Bridges, 1995). Para cada espécie cultivada existe um período crítico de competição, não interferindo em todas as etapas de desenvolvimento da cultura (Mulugeta e Boerboom, 2000).

A manutenção de restos vegetais na superfície do solo em sistemas de produção agrícola com semeadura direta, além de propiciar benefícios nas características químicas, físicas e biológicas do solo, é uma alternativa de controle de plantas daninhas (Oliveira et al., 2001; Severino e Christoffoleti, 2001).

As plantas de cobertura e seus resíduos, formando a cobertura morta, e pelos seus efeitos físicos e químicos (alelopáticos) afetam qualitativamente e quantitativamente distintas infestações de plantas daninhas (Calegari, 2004).

A palha reduz a infestação de plantas daninhas por alterar a umidade, luminosidade e temperatura do solo, que são os principais elementos no controle da dormência e germinação de sementes (Alves e Pitelli, 2001; Paes e Resende, 2001; Mateus et al., 2004). O efeito físico da cobertura morta também reduz as chances de sobrevivência das plântulas com pequena quantidade de reservas (Alves e Pitelli, 2001), que, às vezes, não são suficientes para garantir a sua sobrevivência até que se tenha acesso à luz e inicie o processo fotossintético (Alves e Pitelli, 2001; Azania et al., 2002).

Além disso, com a palhada forma-se uma densa e diversificada microbiota na camada superficial do solo, onde ocorrem organismos em grande quantidade que podem utilizar as sementes e plântulas da vegetação natural como fontes de energia (Pitelli, 1997; Alves e Pitelli, 2001), provocando a deterioração e a perda da viabilidade de sementes no solo (Vidal e Theisen, 1999).

A identificação de espécies com atividade alelopática para o controle de invasoras é um desafio contínuo, sendo de grande importância para os sistemas orgânicos de plantio direto por contribuir para a redução do uso de herbicidas.

O efeito alelopático não se manifesta exclusivamente pela liberação de aleloquímicos por meio de lixiviação ou decomposição da cobertura morta. Estes ainda podem ser liberados pela lixiviação, volatilização e exsudação radicular das plantas enquanto vivas (Alves et al., 1999).

A atividade alelopática da cobertura morta depende diretamente da quantidade do material vegetal depositado na superfície, do tipo do solo, da população microbiana, das condições climáticas e da composição específica da comunidade de plantas daninhas (Grodzinsky, 1992). Monegat (1991) relatou o

efeito alelopático do girassol sobre diversas plantas daninhas. Outros autores têm isolado do girassol compostos químicos com função alelopática (Macias et al., 1999; Ohno et al., 2001). Cheema e Khaliq (2000) obtiveram controle de até 50% de invasoras com o uso do sorgo maduro, resultando em aumento na produtividade do trigo. Segundo Medeiros (1989), a mucuna-preta (*Mucuna aterrima*) exerce forte e persistente ação inibitória sobre a tiririca (*Cyperus rotundus*) e o picão-preto (*Bidens pilosa*), atribuindo isto a efeitos alelopáticos. O feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*) também exerce ação alelopática sobre a tiririca (Neme, 1960; Magalhães, 1964; Fontanétti, 2004).

Embora a maioria dos trabalhos priorize como controlar e/ou eliminar as invasoras, estas podem trazer vantagens ao sistema agrícola pela cobertura viva do solo, pela formação de cobertura morta depois de roçadas e fornecimento de matéria orgânica, pela reciclagem de nutrientes e pela biodiversidade do agroecossistema com o conseqüente controle de pragas e doenças (Popia et al., 2000). Assim, o manejo das plantas daninhas deve ser considerado dentro de cada sistema agrícola, visando explorar seus efeitos benéficos, sem prejuízos à produtividade das plantas cultivadas.

No plantio direto convencional, os herbicidas são utilizados para dessecar a palhada de cobertura e controlar a reinfestação pelo mato. No sistema orgânico onde não é tolerado o uso de herbicidas, torna-se importante utilizar plantas que inibam o crescimento da vegetação natural por efeito de competição e/ou alelopatia, evitando assim, infestações intensas.

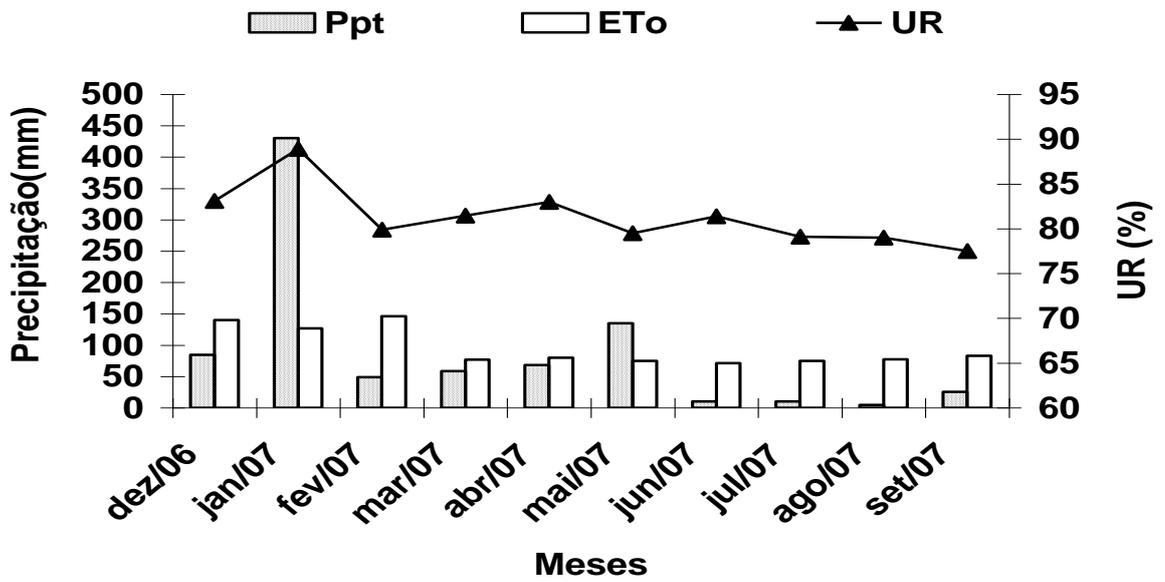
3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização e características da área experimental

Foram realizados dois experimentos de campo, em áreas adjacentes, no período de dezembro de 2006 a setembro de 2007, no Campo Experimental do CCTA/UENF, localizado na Estação Experimental de Campos da Pesagro-Rio.

Campos dos Goytacazes está situado na Região Norte Fluminense, a 21°44'47" de latitude Sul e 41°18'24", longitude Oeste com altitude de 12 metros acima do nível do mar e relevo com declividade suave na maior parte de sua extensão. O clima da região é classificado, segundo Köppen, como Aw do tipo quente úmido, com temperatura do mês mais frio superior a 18°C e a temperatura média anual em torno de 24°C; sendo a amplitude térmica anual muito pequena, com temperatura média do mês mais frio em torno de 21°C e a mais quente, em torno de 27°C. A precipitação média anual está em torno de 1023 mm, concentrada no período de outubro a janeiro (Oliveira, 1996). Os dados climatológicos referentes ao período experimental foram monitorados com o auxílio da Estação Evapotranspirométrica do Convênio UENF/Pesagro-Rio (Figura 1).

A)



B)

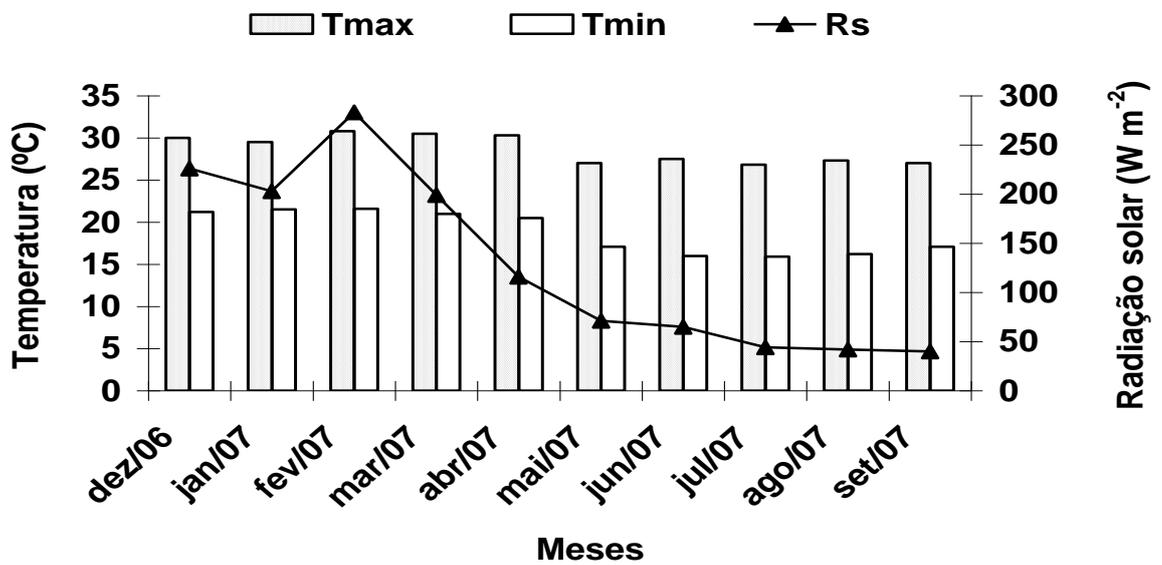


Figura 1. Dados climáticos durante o período de dezembro de 2006 a setembro de 2007. **A)** Precipitação total (Ppt), evapotranspiração de referência (ETo) e médias de umidade relativa (UR) e em **B)** médias de temperatura máxima (Tmáx), temperatura mínima (Tmin) e radiação solar (Rs). Fonte: Estação climatológica da UENF/Pesagro-Rio

Os experimentos foram conduzidos em solo classificado como Neo solo Flúvico tb com baixa saturação de bases.

Os resultados da análise química do solo anterior à instalação do experimento encontram-se na Tabela 1. O solo antes do plantio dos adubos verdes foi preparado com uma aração e uma gradagem.

3.2. Tratamentos e delineamento

Cada experimento foi realizado em duas etapas, a primeira constituída pelas plantas de cobertura como pré-cultivo para formação de palhada e a segunda com o cultivo de milho para obtenção do minimilho.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Os oito tratamentos constaram das seguintes espécies de plantas de cobertura: sorgo (*Sorghum bicolor*); crotalária (*Crotalaria juncea* L.); feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*) e suas combinações: sorgo + crotalária; sorgo + feijão-de-porco; crotalária + feijão-de-porco; sorgo + crotalária + feijão-de-porco, e vegetação de ocorrência natural (testemunha).

A área total de cada experimento foi de 888 m², sendo que cada unidade experimental constou de 24 m².

Para a segunda etapa dos experimentos, cada unidade experimental foi constituída por seis linhas com 5,0 m de comprimento, com espaçamento de 0,80 m entre linhas, considerando-se como área útil para as avaliações do minimilho a 2^a e 3^a linha descartando-se 0,50 m das extremidades, enquanto a 4^a e 5^a linhas foram utilizadas para determinação das taxas de decomposição dos resíduos vegetais e liberação dos nutrientes.

3. 3. Preparo do solo e semeadura

As plantas de cobertura foram semeadas em dezembro de 2006, em parcelas de 24 m², com espaçamento de 25 cm entre linhas e densidade de 20 sementes m⁻¹ linear para crotalária e sorgo, para o feijão-de-porco, 50 cm entre linhas e 6 sementes m⁻¹ linear (Figura 2). Para os tratamentos que envolveram crotalária e sorgo em consórcio, estes ficaram dispostos na parcela alternadamente, e quando consorciados com o feijão-de-porco, para cada linha

Tabela 1. Resultados da análise química do solo antes da instalação dos experimentos, em Campos dos Goytacazes - RJ.

Características	Experimento 1	Experimento 2
	Profundidade (0 – 20 cm)	
pH	6,1	6,8
P (mg dm ³)	60	75
K (mmol _c dm ³)	4,0	3,1
Ca (mmol _c dm ³)	40,9	41,9
Mg (mmol _c dm ³)	22,5	29,5
Al (mmol _c dm ³)	0,0	0,0
H + Al (mmol _c dm ³)	22,2	18,4
Na (mmol _c dm ³)	0,9	1,0
MO (g dm ³)	25,17	25,17
Fe (mg dm ³)	70,47	81,58
Cu (mg dm ³)	1,31	1,71
Zn (mg dm ³)	5,07	5,47

P – Extrator Carolina do Norte

destas espécies foi implantada uma linha de feijão-de-porco (Figura 3). Quanto à disposição das plantas na parcela, quando envolveu as três espécies, para cada linha do feijão-de-porco foi semeado alternadamente uma fileira de sorgo e outra de crotalária, respectivamente (Figura 3). Para o tratamento com vegetação de ocorrência natural, foi estabelecido a partir de sementes e propágulos vegetativos presentes no solo (Figura 2).

A profundidade média de semeadura foi de 2 cm, sendo esta feita manualmente. Não foi realizada adubação na ocasião da semeadura. Um dia antes da semeadura, as sementes das leguminosas foram inoculadas com estirpes de *Rhizobium*, segundo orientações de De-Polli e Franco (1985). As estirpes utilizadas foram BR 2001 e BR 2003 para crotalária e BR 2003 e BR 2811 para feijão-de-porco. Não foi realizada nenhuma prática de manejo das plantas daninhas, sendo que os adubos verdes cresceram em competição com a vegetação natural presente na área.

O experimento foi irrigado quando necessário por aspersão e com isso, devido aos ventos fortes que ocorrem na região, o experimento 1 pode ter sido prejudicado, enquanto o experimento 2 favorecido por uma barreira natural que situava-se entre os experimentos.

O corte das plantas de cobertura foi feito, em 19 de abril de 2007 para experimento 1 e 30 de abril de 2007 para experimento 2, quando todas as espécies estavam na fase final de formação de grãos. Para o corte, utilizou-se

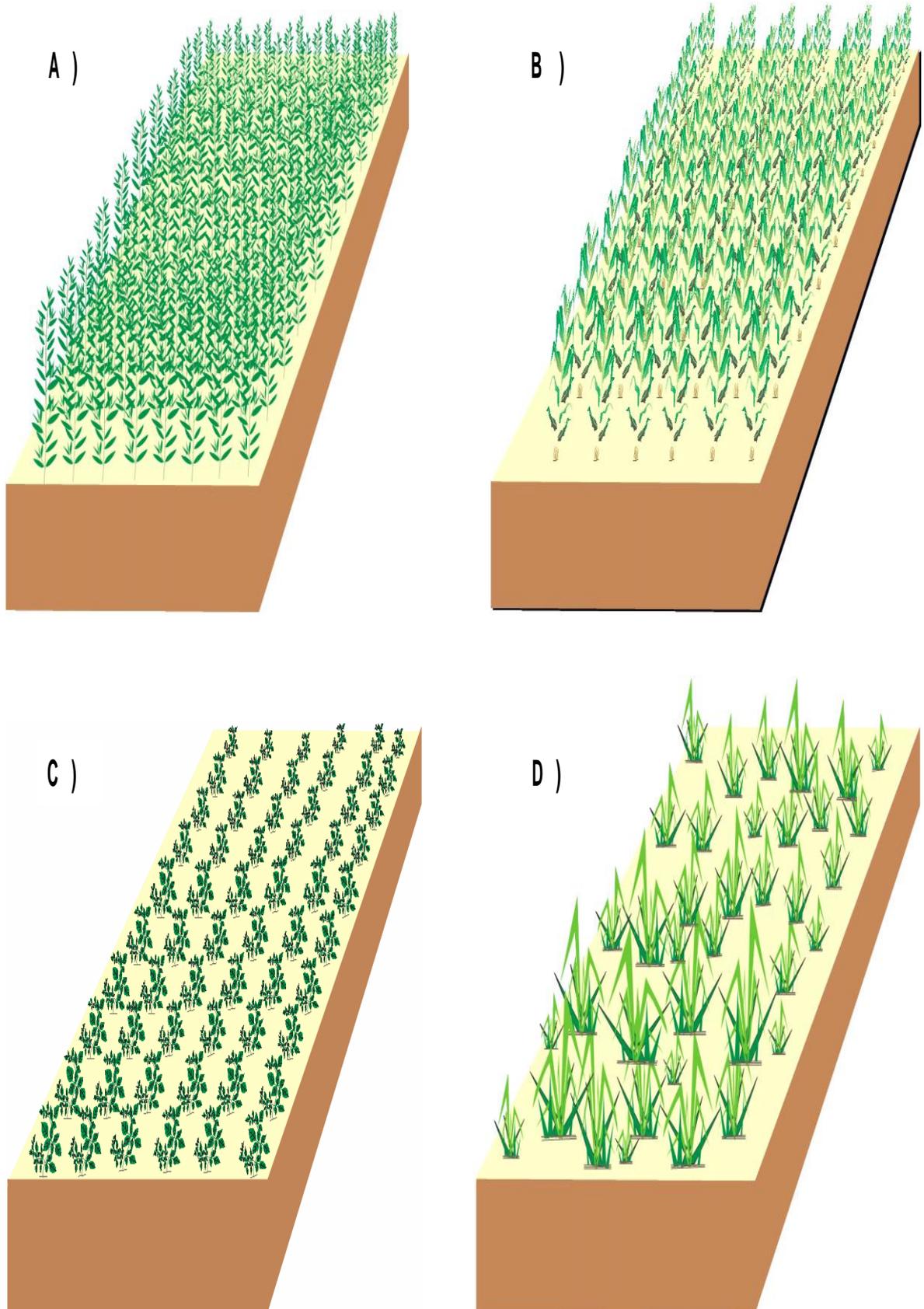


Figura 2. Disposição dos tratamentos na unidade experimental: **A)** Crotalária; **B)** Sorgo; **C)** Feijão de porco; **D)** Vegetação espontaneamente natural

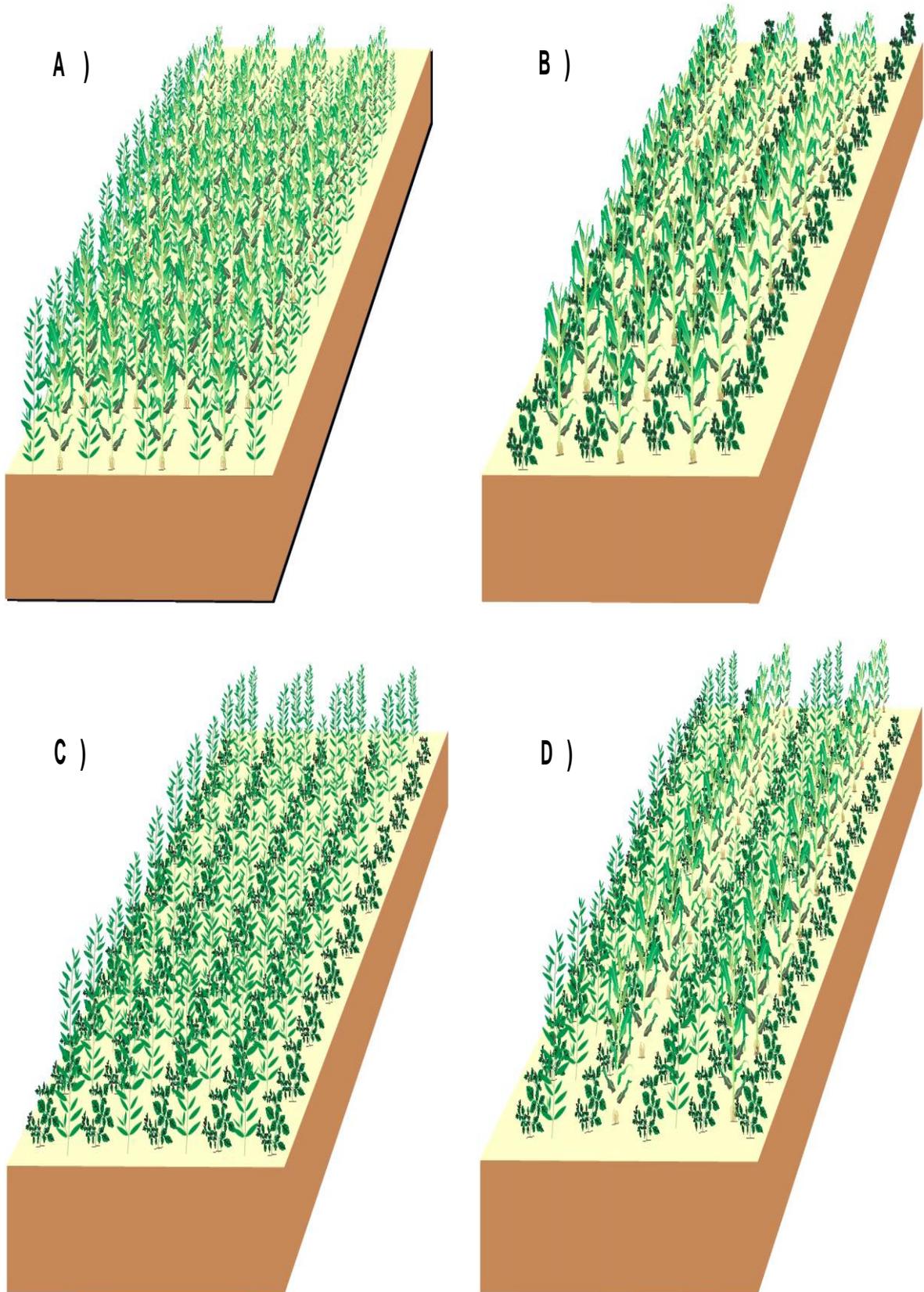


Figura 3. Disposição dos tratamentos na unidade experimental: **A)** Crotalária + Sorgo; **B)** Feijão - de - porco + Sorgo; **C)** Feijão - de - porco + Crotalária; **D)** Feijão de porco + Crotalária + Sorgo

roçadeira costal sendo a biomassa deixada sobre o solo.

Para a segunda fase do experimento, a cultivar utilizada de milho foi a híbrido UENF 506-8, que é um híbrido interpopulacional desenvolvido via seleção recorrente recíproca de família de irmãos completos.

Foi feita adubação na semeadura com quatro litros de esterco de cabra por metro linear e outra com a mesma quantidade por metro, em cobertura, quando as plantas de milho apresentaram seis folhas (Santos et al, 2005). O resultado da análise química do esterco de cabra evidenciou valores de N = 1,24 (%); P₂O₅ = 1,74 (%); K₂O = 2,02 (%); Ca = 0,82 (%); Mg = 0,65 (%); C = 20,34 (%); S = 0,38 (%); Fe = 5252 (Mg/dm³); Cu = 56 Mg/dm³); Zn = 180 (Mg/dm³); Mn = 350 (Mg/dm³).

A semeadura foi realizada no dia 5 de junho de 2007 para os dois experimentos. As sementes foram distribuídas uniformemente nos sulcos com densidade de plantas maior que a desejada e 20 dias após a emergência foi realizado o desbaste para se atingir a população de 18 plantas por metro de sulco (Bastiani, 2004).

3.4. Colheita

As espigas foram colhidas aos 70 dias após a emergência das plantas. Foram realizadas seis colheitas com intervalos de dois a três dias. As espigas colhidas foram colocadas em sacos plásticos e imediatamente levadas para câmara fria a temperaturas que oscilavam de 5°C a 12°C até o momento das determinações.

Todas as espigas foram despalhadas e pesadas, em seguida, foram selecionadas e contadas as espigas que se enquadravam ou não, no padrão comercial: diâmetro entre 1,0 e 1,8 cm e comprimento entre 4,0 e 12,0 cm (Pereira Filho e Cruz, 2001).

3.5. Variáveis analisadas

3.5.1. Taxa de cobertura, produção de matéria seca e estoque de nutrientes da parte aérea das plantas de cobertura do solo

Foram demarcados três quadros de 45,4 cm x 45,4 cm, no sentido diagonal de cada unidade experimental para tomada de fotografias, aos 22, 34, 45, 58 e 63 dias, sendo necessárias para a área 1, quatro avaliações e para área 2, cinco avaliações após o plantio dos adubos verdes para determinação da taxa de cobertura do solo. O local de tomada das fotografias foi demarcado para que todas as avaliações fossem realizadas sempre na mesma área a uma altura de 1 m da superfície do solo, com três repetições por unidade experimental. As imagens foram feitas com máquina fotográfica digital modelo Mavica-Sony e os arquivos foram armazenados em disquete para processamento posterior (Figura 4). A avaliação da taxa de cobertura foi realizada com o auxílio dos “softwares”; Microsoft Photo Editor e Microsoft Word. Cada fotografia foi recortada do programa Microsoft Photo Editor com dimensões 3,69 x 3,69 cm, que correspondeu à área da superfície do solo fotografada $0,206\text{m}^2$ ($0,454\text{m} \times 0,454\text{m}$). Em seguida, as fotografias foram colocadas em documento do programa Microsoft Word e sobrepostas por 10 linhas horizontais e 10 verticais equidistantes, obtendo-se 100 pontos de interseção, sendo que cada ponto representou 1% da área total. A porcentagem de cobertura dos adubos verdes e plantas daninhas foi calculada pela contagem dos pontos diretamente no monitor do computador (Lima, 2002).

Um dia antes do corte, a produção de matéria fresca de cada tratamento foi quantificada em uma área de 1 m^2 , na parte central das parcelas e os valores foram transformados em Mg ha^{-1} . Das plantas cortadas de cada parcela foi retirada uma sub amostra proporcional a cada unidade experimental, que foi picada e colocada em estufa com ventilação forçada de ar a 65°C , por 72 horas, para quantificar a matéria seca. A porcentagem de matéria seca em cada sub amostra, que correspondeu ao teor de matéria seca multiplicado pela produção de matéria fresca na parcela, forneceu a produtividade de matéria seca em Mg ha^{-1} .

As sub amostras retiradas para avaliação do teor de matéria seca, após terem sido secas na estufa foram moídas no moinho tipo Wiley, para se determinar os teores de N, P e K, segundo Malavolta et al. (1997). As determinações de N, P e K foram realizadas no setor de Nutrição Mineral de Plantas do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da UENF. Para determinação do teor dos nutrientes, usaram-se amostras de 0,10g de material vegetal moído que foram submetidos à digestão nítrico-perclórica e sulfúrica

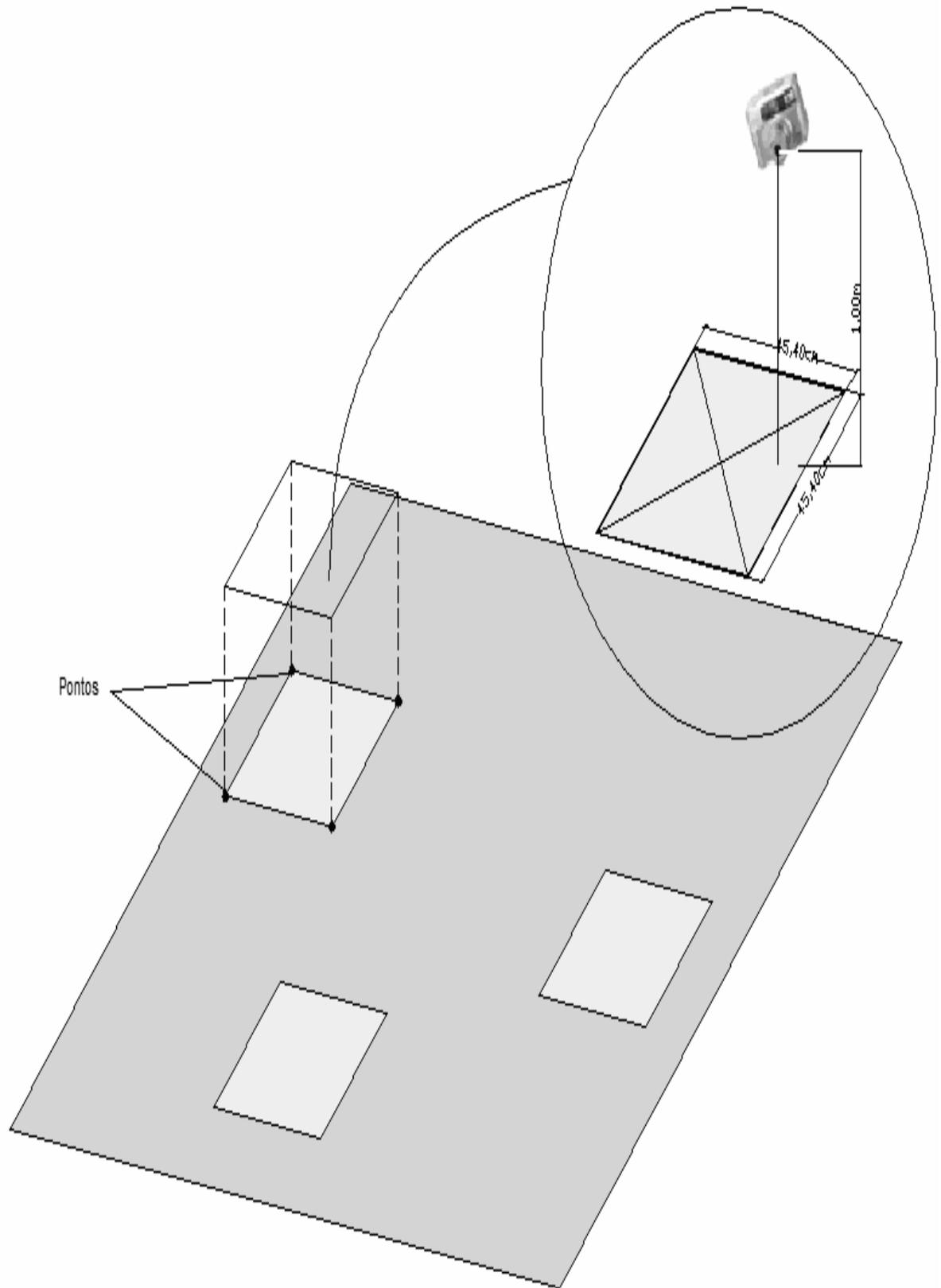


Figura 4 - Avaliação da taxa de cobertura do solo após o plantio dos adubosverdes e da vegetação espontaneamente natural nas unidades experimentais.

(Jones et al., 1991; Malavolta, 1997). Para determinar o teor de P e de K, fez-se redução do complexo fosfo-molibdico pela vitamina C (Braga e Defelipo, 1974) e fotometria de chama (Malavolta, 1997), respectivamente. O teor de N foi determinado por espectrofotometria em espectrofotômetro Zeiss Modelo Spekol UV VIS (Malavolta, 1997). O acúmulo de nutrientes foi obtido pelo produto da quantidade de matéria seca e do teor dos nutrientes da parte aérea das espécies de cobertura.

3.5.2. Avaliação das taxas de decomposição dos resíduos vegetais e liberação dos nutrientes

As taxas de decomposição e liberação dos nutrientes dos resíduos vegetais deixados em cobertura foram determinadas com auxílio de telas de nylon, também conhecidas como “covered litter” (Resende et al., 1999). A tela tem dimensão de 30 cm x 30 cm e malha com abertura de 1 mm.

Após o corte das plantas de cobertura, para formar a palhada, oito telas, contendo as sub amostras, foram distribuídas em cada parcela. Estas telas ou bolsas continham o tecido vegetal obtido na própria parcela e foram retiradas, uma de cada vez, aos sete, 14, 21, 30, 50, 80, 100 e 120 dias após o corte das plantas de cobertura. Em cada uma destas épocas os resíduos vegetais de cada bolsa foram limpos manualmente e secos em estufa à temperatura de 65°C até alcançarem massa constante, sendo então moídos. Foram avaliados a massa e o teor de nutrientes do tecido vegetal remanescente na bolsa em cada época. Para determinar o teor de P e K, fez-se a redução do complexo fosfo-molibdico pela vitamina C (Braga e Defelipo, 1974) e por fotometria de chama (Malavolta, 1997), respectivamente. O teor de N foi determinado por espectrofotometria em espectrofotômetro Zeiss Modelo Spekol UV VIS (Malavolta, 1997).

Os valores obtidos foram transformados em porcentagem relativa ao peso e teor de nutriente do início da decomposição (T_0). Com esses dados foram determinadas a taxa de decomposição e a liberação de nutrientes, para cada um dos tratamentos, utilizando-se o modelo matemático exponencial, descrito por Thomas e Asakawa (1993):

$$C = C_0 e^{-kt}$$

Em que C é a quantidade de matéria seca ou nutrientes remanescentes após período de tempo t, em dias; Co refere-se à quantidade de matéria seca ou nutriente no início da decomposição; k é a constante de decomposição.

O tempo de meia vida ($T_{1/2}$), ou seja, aquele necessário para decompor metade da biomassa vegetal e liberar a metade dos nutrientes existentes no tempo inicial, foi calculado a partir dos valores de k do modelo matemático em que:

$$T_{1/2} = \ln 0,5 / k$$

3.5.3. Levantamento fitossociológico

A amostragem da população de plantas daninhas foi realizada em três épocas: antes e após o corte da planta de cobertura, e no final do ciclo da cultura principal. A amostragem foi feita pelo método de Almeida et al. (1993), em quatro pontos aleatórios, dentro de cada parcela, com um quadro de madeira, com dimensão de 0,5 m x 0,5 m, onde as plantas daninhas foram cortadas rente ao solo, condicionadas em sacos de papel e levadas imediatamente para o Laboratório de Fitotecnia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, onde foram contadas e identificadas por meio de literatura especializada e comparadas com material de herbário. Após a identificação, as plantas foram levadas para secagem em estufa à temperatura de 70°C por 72 horas, para obtenção da biomassa seca, posteriormente foi feita a pesagem. Avaliou-se a densidade absoluta (**Da**), densidade relativa (**Dr**), frequência absoluta (**Fa**), a frequência relativa (**Fr**), dominância absoluta (**DoA**), dominância relativa (**DoR**), e o índice de valor de importância (**IVI**) utilizando-se para o cálculo dessas características as seguintes fórmulas (Curtis e McInosh, 1950; Müller-Dombois e Ellenberg, 1974):

Densidade Absoluta

$$Da = \frac{n}{a}$$

Em que:

Da = densidade absoluta

n = número total de indivíduos de uma espécie de planta daninha por unidade de área

a = área (m^2)

Densidade relativa

$$Dr = \frac{n/a}{N/a} \cdot 100$$

Em que:

Dr = densidade relativa

n = número total de indivíduos de uma espécie de planta daninha por unidade de área

a = área (m^2)

N = número total de indivíduos amostrados de todas as espécies do levantamento

Freqüência Absoluta

$$Fa = \frac{\text{n}^\circ \text{ de amostras com ocorrência da espécie}}{\text{n}^\circ \text{ total de amostras}} \cdot 100$$

Freqüência Relativa

$$Fr = \frac{Fa}{\sum Fa} \cdot 100$$

Dominância Absoluta

$$DoA = \frac{\sum g}{a}$$

Em que:

$\sum g$ = somatório da matéria seca da espécie

a = área (m^2)

Dominância Relativa

$$DoR = \frac{g/a}{G/a} \cdot 100$$

Em que:

g = matéria seca da espécie

a = área (m^2)

G = matéria seca total da comunidade infestante

3.5.4. Avaliação da produtividade do minimilho e de teores de nutrientes na planta

Foi determinado o número de espigas totais (NTE); peso de espigas totais (PTE); peso de espiga com e sem palha (PECP e PESP); o peso de espigas comerciais e não comerciais (PC e PNC) em kg; o número de espigas comerciais (NEC) e não comerciais (NENC) por área útil, onde os valores foram convertidos para um hectare; diâmetro (DEC) e comprimento (CEC) da espiga em cm. Todas as espigas foram despalhadas e pesadas, sendo, em seguida, selecionadas e contadas as espigas que se enquadraram ou não, no padrão comercial (Pereira Filho e Cruz, 2001).

Para avaliação dos teores de nutrientes foi tomada a folha oposta e abaixo da primeira espiga, em três plantas de milho amostradas ao acaso em cada unidade experimental (Malavolta et al., 1989), por ocasião do início da colheita das pequenas espigas (dois a quatro dias após a exposição do estilo-estigmas). As análises do tecido vegetal seguiram metodologia idêntica àquela adotada para avaliação dos teores de nutrientes das plantas de cobertura.

3.6. Análise estatística dos dados

Os dados de porcentagem de cobertura, produção de matéria fresca e seca, teores e acumulação de nutrientes e características produtivas do minimilho foram submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o aplicativo computacional SAEG (sistema para análises estatísticas e genéticas). Não foi realizada análise estatística dos dados obtidos no levantamento fitossociológico, somente a estatística descritiva.

Os coeficientes do modelo matemático para a perda de matéria seca e nutrientes da palhada foram obtidos utilizando-se o programa sigma plot 2000.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Taxa de cobertura das plantas de cobertura do solo

Aos 22 dias após emergência (DAE), a crotalária em consórcio com o sorgo cobriu o solo 17,6% a mais que a vegetação natural. Este mesmo tratamento (C+S) também resultou em cobertura superior em 10,7%, em média, que os tratamentos de monocultivo de feijão-de-porco e feijão-de-porco + crotalária (FP+C). No entanto, C+S proporcionou cobertura do solo que não diferiu significativamente ($P>0,05$) dos demais tratamentos (Tabela 2).

Nas demais épocas de avaliação não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos quanto à cobertura do solo, que foi em média de 89,6; 98,5 e 100% aos 34, 45 e 58 DAE, respectivamente (Tabela 2).

Duarte Jr. (2006) obteve resultados de 82% e 100% de cobertura do solo para feijão-de-porco e crotalária aos 51 dias após emergência, em experimento também realizado em Campos dos Goytacazes. Enquanto, Brito (2003) para feijão-de-porco obteve cobertura de 100% do solo, com 58 dias após emergência, assim como observado neste trabalho.

Segundo Perin et al. (1998), o sucesso da prática de adubação verde depende da velocidade de crescimento das espécies.

Tabela 2. Porcentagem de cobertura do experimento 1 proporcionada pelas espécies de cobertura aos 22, 34, 45 e 58 dias após emergência, em Campos dos Goytacazes – RJ, no ano de 2007.

Tratamento	Época de amostragem (dias após emergência)			
	22	34	45	58
Feijão-de-porco (FP)	60,16 bc	87,60 a	98,50 a	100,00 a
Crotalária (C)	69,25 ab	89,90 a	99,33 a	100,00 a
Sorgo (S)	62,75 abc	88,20 a	98,58 a	100,00 a
Vegetação natural	53,58 c	88,10 a	97,00 a	100,00 a
FP + C	60,50 bc	85,90 a	97,75 a	100,00 a
FP + S	70,08 ab	93,90 a	99,67 a	100,00 a
C + S	71,16 a	93,40 a	99,25 a	100,00 a
FP + C + S	69,42 ab	89,90 a	98,25 a	100,00 a
Média Geral	64,62	89,61	98,52	100,00
CV %	7,42	5,35	4,86	4,79

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No experimento 2, aos 22 DAE a vegetação natural apresentou a menor % de cobertura, porém não diferiu estatisticamente ($P > 0,05$) do tratamento C+S (Tabela 3). O tratamento vegetação natural apresentou menor porcentagem de cobertura aos 34 DAE (35,7%) e 45 DAE (68,9%) em relação aos demais tratamentos.

Com relação às épocas 58 e 63 DAE os tratamentos não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$) (Tabela 3).

Considerando todos os tratamentos, o número de dias necessários para a cobertura completa do solo (100%) foi de 63 dias após emergência das plantas (Tabela 3), cinco dias a mais que no experimento 1 (Tabela 2), devido à baixa taxa de cobertura da vegetação natural, que só atingiu 100% com 63 dias após emergência (Tabela 3). Quando comparado a outros trabalhos realizados na região, Duarte Jr. (2006) obteve o máximo de cobertura da vegetação natural, com 80 dias após emergência, enquanto Lima (2002) aos 55 dias, observou cobertura próxima a 90%.

O crescimento inicial rápido confere às espécies bom potencial no controle da erosão e proteção do solo em curto período de tempo, além de controlar o crescimento de plantas daninhas (Favero et al., 2001; Pereira, 2007).

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

Tabela 3. Porcentagem de cobertura do experimento 2 proporcionada pelas espécies de cobertura aos 22, 34, 45 e 58 e 63 dias após emergência, em Campos dos Goytacazes no ano de 2007.

Tratamento	Época de amostragem (dias após emergência)				
	22	34	45	58	63
Feijão-de-porco (FP)	36,25 a	73,58 a	95,16 a	100,00 a	100,00 a
Crotalária (C)	33,67 a	76,67a	95,33 a	100,00 a	100,00 a
Sorgo (S)	33,00 a	70,75 a	93,00 a	100,00 a	100,00 a
Vegetação natural	12,75 b	35,67 b	68,92 b	95,60 a	100,00 a
FP + C	32,92 a	71,83 a	95,75 a	100,00 a	100,00 a
FP + S	42,50 a	81,33 a	96,50 a	100,00 a	100,00 a
C + S	28,83 ab	71,25 a	95,42 a	100,00 a	100,00 a
FP + C + S	36,67 a	70,66 a	92,83 a	100,00 a	100,00 a
Media Geral	32,07	68,97	91,61	99,45	100,00
CV %	23,88	11,11	8,36	7,70	7,66

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.2. Produção de matéria fresca e seca das plantas de cobertura do solo

O sorgo em cultivo solteiro ($26,85 \text{ Mg ha}^{-1}$) e este consorciado com feijão-de-porco ($30,77 \text{ Mg ha}^{-1}$) e com feijão-de-porco e crotalária ($29,65 \text{ Mg ha}^{-1}$) apresentaram matéria fresca de 19 Mg ha^{-1} , em média, maior que a vegetação natural ($10,10 \text{ Mg ha}^{-1}$) no experimento 1. Os demais tratamentos apresentaram valores intermediários não diferindo significativamente ($P > 0,05$) dos melhores, assim como da vegetação natural (Tabela 4).

Em relação ao experimento 2, o sorgo em monocultivo e sorgo em consórcio com a crotalária resultaram em maior peso de matéria fresca em comparação à vegetação natural. Os demais tratamentos apresentaram valores intermediários não diferindo estatisticamente ($P > 0,05$) do sorgo em monocultivo e em consórcio com a crotalária e da vegetação natural (Tabela 4).

O sorgo consorciado com feijão-de-porco ($12,21 \text{ Mg ha}^{-1}$) e com feijão-de-porco e crotalária ($13,66 \text{ Mg ha}^{-1}$) apresentaram matéria seca de $9,24 \text{ Mg ha}^{-1}$, em média, maior que a vegetação natural ($3,70 \text{ Mg ha}^{-1}$) no experimento 1. Os demais tratamentos apresentaram valores intermediários não diferindo estatisticamente ($P > 0,05$) dos melhores, assim como da vegetação natural (Tabela 4).

Tabela 4. Produção de matéria fresca e seca da parte aérea dos tratamentos utilizados como planta de cobertura do experimento 1 e 2, em Campos dos Goytacazes no ano de 2007.

Tratamento	Fitomassa (Mg ha ⁻¹)			
	Matéria fresca		Matéria seca	
	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2
Feijão-de-porco (FP)	18,37 ab	24,17 ab	5,27 ab	13,61 a
Crotalária (C)	16,77 ab	25,05 ab	6,51 ab	14,47 a
Sorgo (S)	26,85 a	37,70 a	10,88 ab	18,49 a
Vegetação natural	10,10 b	17,12 b	3,70 b	9,27 a
FP + C	18,37 ab	28,30 ab	6,98 ab	15,97 a
FP + S	30,77 a	30,75 ab	12,21 a	14,72 a
C + S	22,20 ab	37,85 a	10,89 ab	18,92 a
FP + C + S	29,65 a	30,45 ab	13,66 a	16,84 a
Média Geral	21,63	28,92	8,76	15,29
CV %	29,36	23,29	40,77	30,43

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O consórcio entre poaceae e fabaceae vem sendo utilizado como alternativa para aumentar a produção de matéria seca (Silva, 2002), entretanto, isto não foi verificado no experimento 2 (Tabela 4).

Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre os tratamentos, no experimento 2, em relação à produtividade de matéria seca (Tabela 4).

Para o sorgo solteiro, obteve-se produção de matéria seca próxima à obtida por Moraes (2001), Bordin et al. (2003), Trabuco (2008) e superior ao encontrado por Lima (2002), 10,71; 12,69; 9,93 e 3,57 Mg ha⁻¹, respectivamente para o experimento 1 e semelhante ao obtido por Oliveira (2001), de 15,48 Mg ha⁻¹ para o experimento 2.

Nunes et al. (2006) e Torres et al. (2008) obtiveram valores inferiores de matéria seca, 2,7 e 3,9 Mg ha⁻¹, respectivamente e Pereira (2007) valor semelhante, de 6,6 Mg ha⁻¹, para crotalária, experimento 1, quando comparados ao presente estudo (Tabela 4).

A produtividade de matéria seca do feijão-de-porco em cultivo solteiro foi considerada baixa quando comparada a outros trabalhos realizados na região para o experimento 1 (Lima, 2002, Brito, 2003, Duarte Jr, 2006).

O feijão-de-porco e a vegetação natural produziram quantidade de matéria seca abaixo da considerada ótima para plantas de cobertura no experimento 1, e quanto ao outro experimento, todas as espécies utilizadas

atenderam a quantidade de matéria seca proposta por Alvarenga et al. (2001) para uma boa cobertura do solo, que é em torno de 6 Mg ha^{-1} .

Segundo Borkert et al. (2003), a produção de matéria seca pode variar de acordo com o ano, o local e o nível de fertilidade do solo. No caso de vegetação natural, é preciso também considerar que ela possui banco de sementes muito diversificado, e varia com a propriedade, o manejo, as culturas, a disponibilidade de chuvas e o fotoperíodo, o que refletirá diretamente na sua produção de matéria seca.

O maior acúmulo de matéria seca nas plantas de cobertura do experimento 2 em relação ao outro experimento (Tabela 4), certamente está relacionado ao manejo das plantas de cobertura, que neste experimento, possivelmente receberam mais água devido às melhores condições de irrigação e, além disto, o corte no experimento 2 foi realizado 11 dias após o do experimento 1, que também pode ter proporcionado diferença no estágio de maturação dos grãos. Sabe-se que a acumulação de matéria seca varia conforme o estágio de desenvolvimento da planta. No estágio de maturação dos grãos o conteúdo de nitrogênio, proteína e compostos solúveis em água diminui enquanto ocorre um aumento de matéria seca (Yadvinder-Sing et al., 1992).

Dentre as características das plantas de cobertura a produção de fitomassa é importante para o estabelecimento do sistema de plantio direto.

4.3. Estoque de nutrientes na parte aérea das plantas de cobertura do solo

No experimento 1, o tratamento FP+C diferiu estatisticamente ($P < 0,05$) dos demais tratamentos apresentando o maior teor de N nos tecidos. Enquanto o sorgo em cultivo solteiro apresentou menor teor de N, não diferindo estatisticamente ($P > 0,05$) do seu consórcio com crotalária (C+S) e com vegetação natural (Tabela 5).

O tratamento de sorgo consorciado com feijão-de-porco (FP+S) e com feijão-de-porco e crotalária (FP+C+S) apresentou acúmulo de N maior que a vegetação natural (Tabela 5). Os demais tratamentos apresentaram valores intermediários não diferindo estatisticamente ($P > 0,05$) do FP+S, FP+C+S e vegetação natural.

Tabela 5. Teor e acumulação de nutrientes na parte aérea dos tratamentos utilizados como planta de cobertura do experimento 1 em Campos dos Goytacazes no ano de 2007.

Tratamento	Nutrientes					
	N		P		K	
	teor g kg ⁻¹	Total kg ha ⁻¹	Teor g kg ⁻¹	total kg ha ⁻¹	Teor g kg ⁻¹	Total kg ha ⁻¹
Feijão-de-porco (FP)	16,12 bc	83,72 ab	2,73 a	14,32 b	27,81 ab	145,54 bc
Crotalária juncea (C)	18,48 b	123,16 ab	2,81 a	17,18 b	20,85 d	139,91 bc
Sorgo (S)	8,50 e	92,48 ab	2,17 a	22,62 ab	21,40 d	232,10 abc
Vegetação natural	11,14 de	41,16 b	3,43 a	12,71 b	22,02 cd	81,78 c
FP + C	23,65 a	165,59 ab	3,42 a	25,30 ab	31,47 a	220,57 abc
FP + S	13,81 cd	170,53 a	2,82 a	35,00 ab	24,91 bcd	303,47 ab
C + S	11,62 de	126,38 ab	3,48 a	38,24 ab	21,87 d	236,87 abc
FP + C + S	14,07 cd	208,50 a	3,11 a	46,04 a	27,39 abc	410,48 a
Média Geral	14,67	126,44	2,99	26,43	24,71	221,34
CV %	12,25	42,87	20,29	43,68	9,37	40,60

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Comparando apenas os resultados dos tratamentos com fabaceae e poaceae em cultivo solteiro, observou-se maior teor de N na crotalária e feijão-de-porco, possivelmente, devido à fixação biológica de N e ao metabolismo C₃. O teor de N na parte aérea das fabaceas foi superior, em média, em 103% em relação à poaceae (Tabela 5).

Em relação ao teor de N entre as fabaceas em cultivo solteiro, não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 5). Valor semelhante foi obtido por Duarte Jr (2006) em relação ao teor de N para crotalária (17,9 g kg⁻¹), entretanto, este autor verificou teor de N superior para feijão-de-porco (23,3g kg⁻¹). O consórcio entre feijão-de-porco e crotalária (FP+C) apresenta o maior teor de N nos tecidos, que os cultivos solteiros destas espécies. Resultados semelhantes foram obtidos por Souza et al. (2008).

Quanto ao acúmulo de N, todas as combinações (consórcio) foram semelhantes (P>0,05), indicando que a poaceae, quando incluída, não prejudicou a acumulação de nitrogênio (Tabela 5). Segundo Creamer e Bennet (1997), o consórcio de fabaceas e poaceas com gramíneas pode até aumentar o acúmulo de N.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos em relação ao teor de P (Tabela 5). Silva (2002) encontrou valor superior para sorgo (2,7 g kg⁻¹) em cultivo solteiro e inferior para crotalária (1,75 e 2,13 g kg⁻¹) tanto em cultivo solteiro quanto em consórcio, respectivamente.

O consórcio FP+C+S, apresentou acúmulo de P 3,6; 3,2 e 2,7 vezes superior que a vegetação natural, que o feijão-de-porco e que a crotalária, respectivamente, sendo semelhante ($P>0,05$) aos demais tratamentos consorciados e ao sorgo em monocultivo (Tabela 5).

O consórcio FP+C diferiu estatisticamente ($P<0,05$) da vegetação natural, apresentando teor $9,5 \text{ g kg}^{-1}$ a mais de K nos tecidos, e não diferiu estatisticamente ($P>0,05$) do consórcio FP+C+S e do feijão-de-porco em monocultivo (Tabela 5).

O menor teor de K foi verificado na crotalária e sorgo em monocultivos e C+S e FP+S, não diferindo estatisticamente ($P>0,05$) da vegetação natural.

No experimento 2, a crotalária apresentou teor de N superior estatisticamente em relação aos demais tratamentos (Tabela 6).

Não houve diferença significativa entre os tratamentos FP+C e FP+C+S em relação ao teor de N (Tabela 6).

A crotalária apresentou acúmulo de N, 207 e 148 kg ha^{-1} superior que a vegetação natural e que o FP+S, respectivamente, sendo semelhantes ($P>0,05$) aos demais tratamentos (Tabela 6).

O consórcio C+S apresentou teor de P, 1,3; 1,1 e $1,5 \text{ g kg}^{-1}$ de P a mais que o feijão-de-porco, o sorgo e que a vegetação natural, sendo semelhantes ($P>0,05$) aos demais tratamentos (Tabela 6).

Quanto ao acúmulo de P o consórcio C+S se mostrou 2,6 e 4,3 vezes maior que o feijão-de-porco e que a vegetação natural, respectivamente, entretanto, não diferiu significativamente dos demais tratamentos (Tabela 6).

Em relação ao teor de K, o consórcio FP+C resultou em teor 1,5 vezes maior que o monocultivo do feijão-de-porco e mais que o dobro em relação à vegetação natural, entretanto, estes tratamentos não diferiram significativamente dos demais. Não houve diferença significativa entre os tratamentos em relação ao acúmulo de K (Tabela 6).

A quantidade de nutrientes acumulada depende dentre outros fatores do estágio fenológico, da relação C/N e da produção de matéria seca da espécie (Boer et al., 2007). O manejo das plantas de cobertura neste experimento foi feito 129 dias após plantio, quando as espécies estavam em fase final de formação de grãos e apesar destas terem tido um alto peso de matéria seca, ocorreu um menor teor e acúmulo de nutrientes para alguns tratamentos quando relacionados

Tabela 6. Teor e acumulação de nutrientes na parte aérea dos tratamentos utilizados como planta de cobertura do experimento 2. em Campos dos Goytacazes no ano de 2007

Tratamento	Nutrientes					
	N		P		K	
	teor g kg ⁻¹	Total Kg ha ⁻¹	teor g kg ⁻¹	total kg ha ⁻¹	teor G kg ⁻¹	Total kg ha ⁻¹
Feijão-de-porco (FP)	10,25 c	139,92 abc	1,56 bc	21,04 b	13,96 b	189,71 a
Crotalária juncea (C)	19,09 a	273,98 a	1,99 abc	28,39 ab	18,30 ab	266,99 a
Sorgo (S)	8,66 cd	162,98 abc	1,73 bc	32,46 ab	19,43 ab	365,03 a
Vegetação natural	7,02 d	66,35 c	1,36 c	12,67 b	16,06 ab	147,09 a
FP+C	13,83 b	256,09 ab	2,23 abc	36,52 ab	20,18 a	330,43 a
FP+S	8,56 cd	125,76 bc	2,19 abc	32,57 ab	15,02 ab	219,48 a
C+S	8,85 cd	167,99 abc	2,88 a	54,29 a	14,89 ab	284,87 a
FP+C+S	15,61 b	265,44 ab	2,27 ab	39,25 ab	17,45 ab	302,77 a
Média Geral	11,48	182,31	2,02	32,14	16,91	263,29
CV %	10,85	33,78	18,69	37,47	14,87	41,96

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

ao experimento 1. Calvo (2007) relatou que o teor e o acúmulo de nutrientes das fitomassas produzidas por espécies da família fabaceae e poaceae diminuíram aos 90DAS.

4.4. Taxas de decomposição dos resíduos vegetais e liberação dos nutrientes

No experimento 1, a palhada do feijão-de-porco em cultivo solteiro apresentou menor tempo de permanência sobre o solo ($T_{1/2}$) quando comparado ao sorgo solteiro (Tabela 7), o que já era esperado. A crotalária apresentou valor intermediário ao sorgo e feijão-de-porco solteiros. Silva (2002) obteve valores semelhantes ao tempo de meia vida da crotalária e sorgo, 64 e 82 dias, respectivamente.

As espécies que compunham o conjunto da comunidade da vegetação natural, no experimento 1, apresentaram maior taxa de decomposição (K) e conseqüentemente menor tempo de permanência sobre solo, entretanto apresentaram semelhança ao FP; C+S e FP+C+S (Tabela 7).

O tratamento FP+C+S obteve menor tempo de permanência sobre o solo quando comparado aos demais tratamentos em consórcio com feijão-de-porco, no experimento 1 (Tabela 7).

Tabela 7. Parâmetros relacionados à função $C = C_0 e^{-kt}$ ajustada para a taxa de decomposição, estimada “in situ”, dos resíduos da parte aérea das plantas de cobertura e respectivos tempo de meia vida dos experimentos 1 e 2 em Campos dos Goytacazes no ano de 2007.

Tratamento	Parâmetros da equação de decomposição					
	$K^{(1)}$		$T_{1/2}^{(2)}$		r^2	
	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2
Feijão-de-porco (FP)	0,0142	0,0096	49	72	0,9130	0,9760
Crotalaria (C)	0,0112	0,0098	62	71	0,9590	0,9331
Sorgo (S)	0,0099	0,0096	70	72	0,9029	0,9675
Vegetação natural	0,0145	0,0062	48	112	0,7028	0,9411
FP+C	0,0112	0,0096	62	72	0,9426	0,8807
FP+S	0,0116	0,0087	60	80	0,9572	0,9145
C+S	0,0133	0,0088	52	79	0,9652	0,9497
FP+C+S	0,0138	0,0131	50	53	0,8814	0,9054

¹Constante de decomposição

²Tempo de meia vida

Quanto ao experimento 2, houve aumento no tempo de meia vida em relação ao outro experimento e com isso maior tempo de permanência sobre o solo. O corte das plantas de cobertura dos experimentos foi feito em estágio avançado de maturação fisiológica, sendo que, com uma diferença de 11 dias do experimento 1 em relação ao experimento 2. Desta forma, possivelmente, as plantas do experimento 2, estavam mais lignificadas, o que dificultou sua decomposição pelos microrganismos do solo. Isto ocorreu principalmente com o tratamento vegetação natural.

Os resíduos depositados na superfície do solo representam considerável reservatório de nutrientes, que são liberados lentamente pela ação de microrganismos (Franchini et al., 2000), ou cuja disponibilidade pode ser rápida e intensa, dependendo, dentre outros fatores, do regime de chuvas, da espécie empregada e do tipo de solo (Primavesi et al., 2002; Rosolem et al., 2003), disponibilizando à planta diferentes qualidades e quantidades de nutrientes (TrinsouTrot et al., 2000; Aita & Giacomini, 2003).

Além dos fatores citados acima, a disponibilização de N para as lavouras depende não somente da quantidade do nutriente presente na palhada, mas também da relação C/N dos restos vegetais (Silgram e Shepherd, 1999).

Portanto, o tempo de duração do ciclo até que ele retorne ao solo deve-se às características das plantas que deram origem à palhada e ao manejo dela. É bom lembrar que todas as espécies estavam na fase final de formação de grãos e o corte das plantas de cobertura no experimento 2 foi realizado 11 dias após o do experimento 1.

No presente estudo, houve uma grande variabilidade do tempo de meia vida ($T_{1/2}$) do N remanescente (Tabela 8).

Em relação ao sorgo solteiro no experimento 1, estimou-se que seriam necessários 166 dias para que 50% do N fosse liberado. Silva (2002) e Torres et al (2005) obtiveram $T_{1/2}$ de 91 e 144 dias, respectivamente. Segundo Andreola e Fernandes (2007), resíduos com relação C/N alta podem demorar bastante tempo para começar a liberar N. De acordo com Stevenson (1986), uma relação C/N maior que 30 leva à imobilização de N; entre 20 e 30 a mineralização é igual à imobilização e com C/N menor que 20 predomina a mineralização.

Calvo (2007) avaliando a relação C/N das fitomassas produzidas em monocultivo e consorciada de guandu-anão, milheto e sorgo, relatou que aos 90 DAS, com exceção do guandu, todas as espécies apresentaram uma relação C/N acima de 30.

Esperava-se para as fabáceas tanto em cultivo solteiro quanto consorciado, liberação mais rápida do N, o que não ocorreu (Tabela 8). Torres et al (2005) verificaram uma rápida liberação de N, atingindo tempo de meia vida aos 68 dias para crotalária e Brito (2003) de 43 dias para feijão-de-porco. O corte realizado após a época recomendada, ou seja, após o pleno florescimento, possivelmente foi a causa da liberação mais lenta do N.

O feijão-de-porco quando consorciado com uma fabáceae (FP+C) levou menos tempo para que a metade do N fosse liberado quando comparado ao consórcio com uma poáceae (FP+S). O inverso ocorreu para crotalária, quando consorciada com o sorgo levou menos tempo para que 50% do N acumulado fosse liberado. Quando se fez o consórcio entre as três espécies (FP+C+S), levou 161 dias para que metade do N fosse liberado (Tabela8).

Durante o experimento observou-se visualmente que o sorgo inibiu o crescimento do feijão-de-porco e quando há o predomínio de poáceae, parte do N adicionado pelas fabáceas pode ser imobilizado pelos microrganismos durante a decomposição e reduzir a disponibilidade deste nutriente (Decker et al., 1987).

Tabela 8. Parâmetros da função $C = C_0 e^{-kt}$ e tempo de meia vida ($T_{1/2}$) da taxa de liberação dos nutrientes contidos na palhada formada a partir dos resíduos vegetais das plantas de cobertura dos experimentos 1 e 2 em Campos dos Goytacazes no ano de 2007.

Tratamento	Nutriente	Parâmetros da equação de decomposição					
		$K^{(1)}$ (dia^{-1})		$T_{1/2}^{(2)}$ (dias)		r^2	
		Exp.1	Exp.2	Exp.1	Exp.2	Exp.1	Exp.2
Feijão-de-porco (FP)	Nitrogênio	0,0073	0,0063	95	110	0,91	0,95
	Fósforo	0,0054	0,0069	128	100	0,93	0,66
	Potássio	0,0197	0,0072	35	96	0,96	0,95
Crotalária (C)	Nitrogênio	0,0046	0,0037	151	187	0,65	0,47
	Fósforo	0,0056	0,0040	123	173	0,90	0,90
	Potássio	0,0149	0,0080	46	86	0,96	0,76
Sorgo (S)	Nitrogênio	0,0042	0,0028	166	247	0,76	0,91
	Fósforo	0,0040	0,0063	173	110	0,97	0,93
	Potássio	0,0171	0,0137	40	50	0,90	0,89
Vegetação natural	Nitrogênio	0,0036	0,0032	192	216	0,73	0,84
	Fósforo	0,0049	0,0081	141	85	0,74	0,74
	Potássio	0,0193	0,0093	35	74	0,98	0,93
FP+C	Nitrogênio	0,0067	0,0036	103	192	0,88	0,72
	Fósforo	0,0111	0,0050	62	138	0,97	0,96
	Potássio	0,0153	0,0086	45	80	0,85	0,91
FP+S	Nitrogênio	0,0019	0,0021	364	330	0,72	0,84
	Fósforo	0,0058	0,0053	119	130	0,96	0,85
	Potássio	0,0130	0,0074	53	93	0,96	0,87
C+S	Nitrogênio	0,0074	0,0069	94	100	0,98	0,99
	Fósforo	0,0073	0,0094	94	73	0,95	0,82
	Potássio	0,0109	0,0048	63	101	0,95	0,92
FP+C+S	Nitrogênio	0,0043	0,0038	161	182	0,87	0,74
	Fósforo	0,0070	0,0084	99	82	0,95	0,87
	Potássio	0,0132	0,0073	52	94	0,94	0,96

¹Constante de decaimento

²Tempo de meia vida

A relação C/N do material vegetal que ficou na tela não foi quantificada, mas supõe-se que com a demora no manejo das plantas de cobertura, essas espécies tenham atingido relação C/N alta.

No caso do P, que se encontra associado a compostos orgânicos no tecido vegetal (Marschner, 1995), sua mineralização está ligada ao processo de decomposição pelos microrganismos do solo.

Os tratamentos em monocultivo e vegetação natural apresentaram $T_{1/2}$ variando de 123 a 173 dias e os tratamentos consorciados variando de 53 a 99 dias.

Com relação ao K, foram observados $T_{1/2}$, entre 35 e 63 dias para as espécies em estudo. A rápida liberação de K ocorrida é corroborada pelos

resultados de Da Ros (1993), Moreira (2003), Giacomini et al. (2003) e Brito (2003) e pode ser atribuída ao fato de o K não estar associado a nenhum componente estrutural do tecido vegetal e encontrar-se na forma iônica (Taiz e Zeiger, 1991; Marschner, 1995; Bartz, 1998).

Para o experimento 2, quanto à liberação do N em monocultivo, as fabáceas apresentaram $T_{1/2}$ inferior quando relacionado à poaceae. Quanto, aos tratamentos consorciados, as espécies tiveram comportamento semelhante ao experimento 1, porém de uma forma mais lenta, com exceção do FP+S (Tabela 8).

As espécies que compunham o conjunto da comunidade da vegetação natural apresentaram menor taxa de decomposição (Tabela 7) e conseqüentemente maior tempo de permanência sobre solo e com isso uma liberação de N mais lenta (Tabela 8).

Em relação ao P, os tratamentos em monocultivo, os consorciados: FP+C e FP+S e vegetação natural, apresentaram um $T_{1/2}$ variando de 85 a 173 dias, sendo o menor valor para vegetação natural e o maior para crotalária (Tabela 8). Os tratamentos C+S e FP+C+S foram os que menos tempo levaram para liberar P, 73 e 82 dias, respectivamente.

Como o K, não está associado a nenhum componente estrutural do tecido vegetal, sua liberação é mais rápida quando comparado aos outros nutrientes. Nestas condições experimentais apresentou um $T_{1/2}$ de 50 a 101 dias (Tabela 8).

A diferença na época do manejo das plantas de cobertura em relação aos experimentos, comentado anteriormente, pode ter influenciado no $T_{1/2}$ da taxa de decomposição e liberação dos nutrientes contidos nas palhadas formadas a partir dos resíduos vegetais das plantas de cobertura dos experimentos 1 e 2.

Estas diferenças em relação aos nutrientes implicarão, possivelmente, na disponibilidade de nutrientes para a cultura econômica crescida nestas diferentes opções de planta de cobertura, entretanto, como o minimilho é uma cultura com ciclo muito curto, os tempos de meia vida longos certamente resultaram em liberação de nutrientes aquém do necessário para altas produtividades.

4.5. Levantamento fitossociológico

Os adubos verdes tendem a controlar as plantas daninhas em um primeiro momento por meio da competição por água, nutrientes, luz e espaço durante seu crescimento (Kliewer, 2004).

A composição da comunidade infestante durante a primeira fase dos experimentos foi de oito e cinco famílias para o experimento 1 e 2, respectivamente (Tabela 9).

As espécies que compunham a comunidade infestante do experimento 1 foram: *Amaranthus deflexus* L., *Bidens pilosa*, *Cyperus rotundus*, *Commelina benghalensis*, *Momordica charantia*, *Malvastrum coromandelianum*, *Sorghum halepense*, *Cynodon dactylon*, *Echinochloa crusgalli* e *Rhichardia brasiliensis* e do experimento 2: *Bidens pilosa*, *Cyperus rotundus*, *Malvastrum coromandelianum*, *Sorghum halepense* e *Rhichardia brasiliensis* (Tabela 9).

Em ambas as áreas (experimentos 1 e 2), *Cyperus rotundus* (tiririca) foi a espécie que apresentou o maior índice de valor de importância (IVI) para os tratamentos: sorgo (S), feijão-de-porco + sorgo (FP+S) e feijão-de-porco + sorgo + crotalária (FP+S+C). Para os demais tratamentos: feijão-de-porco (FP), crotalária (C), crotalária + sorgo (C+S), feijão-de-porco + crotalária (FP+C) e vegetação natural (VN) a espécie *Sorghum halepense* (capim-massambará) foi a de maior IVI (Figura 5 e 6).

O índice de valor de importância (IVI), representado pelo somatório da densidade relativa, frequência relativa e da dominância relativa, indica a espécie com maior influência dentro de uma comunidade. Assim, no presente estudo *Cyperus rotundus* (tiririca) e a espécie *Sorghum halepense* (capim-massambará) foram as espécies que mais influenciaram.

É importante ressaltar que foi feito uma aração e uma gradagem antes do plantio, para dar início ao trabalho de pesquisa.

Duarte Jr (2006) avaliando a incidência e a dinâmica de populações de plantas daninhas, em Campos dos Goytacazes, na cultura da cana-de-açúcar em sistema de plantio direto em comparação ao preparo convencional, observou que *Cyperus rotundus* e *Shorghum halepense* foram as espécies que apresentaram maiores índices de valor de importância na área experimental.

Tabela 9. Espécies de plantas daninhas presentes nos experimentos 1 e 2, antes do corte dos adubos verdes .

Experimento 1		
Família	Espécie	Nome comum
Amaranthaceae	<i>Amaranthus deflexus</i> L.	caruru, caruru rasteiro
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	picão-preto
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i>	tiririca
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i>	trapoeraba
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i>	melão-de-são-caetano
Malvaceae	<i>Malvastrum coromandelianum</i>	guanxuma
	<i>Sorghum halepense</i>	capim-massambará
	<i>Cynodon dactylon</i>	grama seda
Poaceae	<i>Echinochloa crusgalli</i>	capim-arroz
Rubiaceae	<i>Rhichardia brasiliensis</i>	poaia
Experimento 2		
Família	Espécie	Nome comum
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	picão-preto
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i>	tiririca
Malvaceae	<i>Malvastrum coromandelianum</i>	guanxuma
Poaceae	<i>Sorghum halepense</i>	capim-massambará
Rubiaceae	<i>Rhichardia brasiliensis</i>	poaia

A densidade relativa foi a que mais contribuiu para os tratamentos onde a tiririca obteve o maior IVI, enquanto para os demais tratamentos, onde o massambará apresentou o maior IVI, a dominância relativa foi a que mais contribuiu, tanto no experimento 1 quanto no experimento 2 (Figuras 5 e 6).

A tiririca e o capim-massambará são plantas C₄ de fixação de carbono, o que lhes confere altas taxas fotossintéticas em condições de altas temperaturas e alta luminosidade (Taiz e Zeiger, 2004) e, a região Norte Fluminense oferece todas as condições climáticas para o desenvolvimento destas plantas.

Como foi feito o preparo do solo, isto pode ter proporcionado condições favoráveis para propagação das plantas daninhas. A tiririca, por exemplo, se reproduz quase que exclusivamente por tubérculos e pela eliminação da dominância apical exercida pelo tubérculo distal (Lorenzi, 2000). Com isso, pode ter ocorrido o corte destes tubérculos propiciando maior brotação e desenvolvimento desta espécie (Ferreira et al., 2000).

A tendência a médio e longo prazo com o emprego do sistema de plantio direto e o acúmulo de palha na superfície do solo é de reduzir a incidência de plantas daninhas quando comparado ao preparo convencional (Durigan et al., 2002; Pereira e Velini, 2003; Carvalho, 2004).

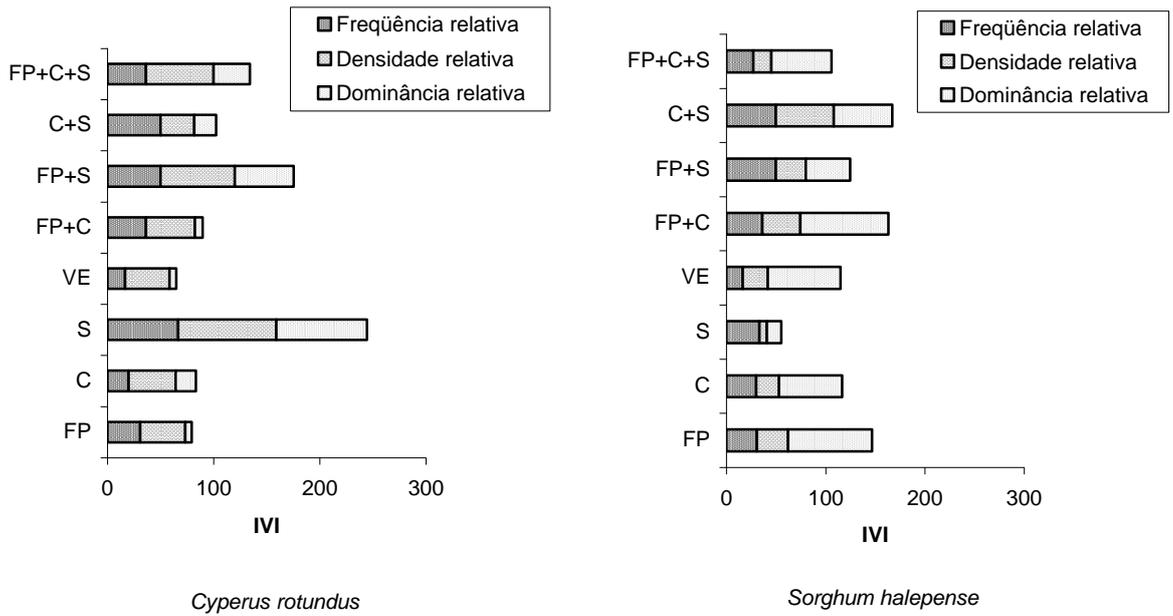


Figura 5. Índice de Valor de Importância (IVI) das principais espécies daninhas do experimento 1, antes do corte das plantas de cobertura.

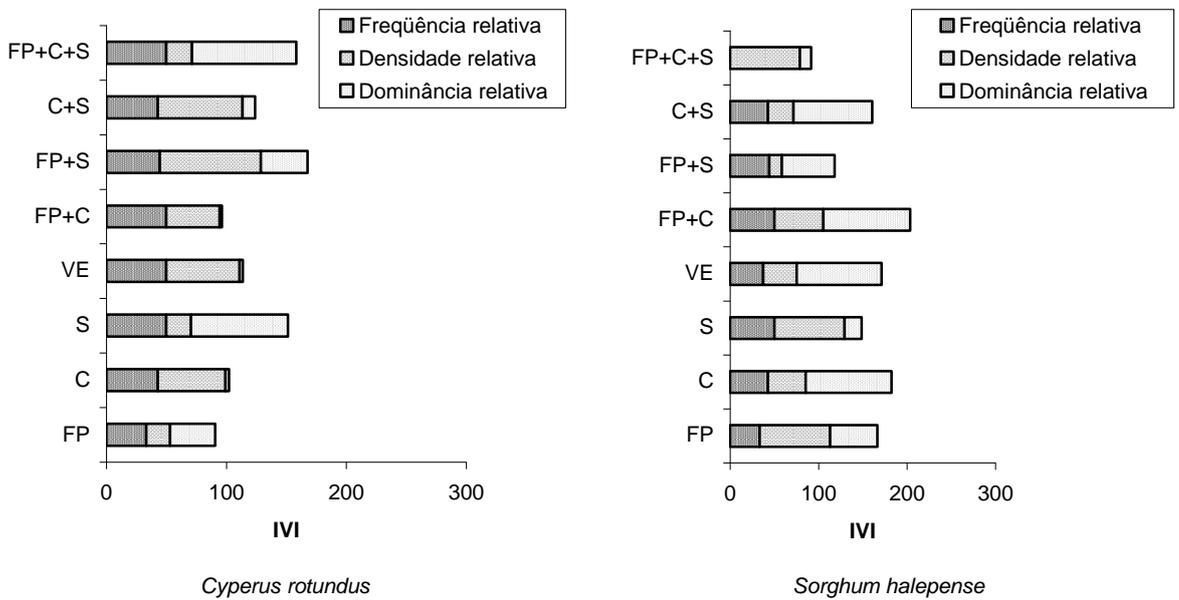


Figura 6. Índice de Valor de Importância (IVI) das principais espécies daninhas do experimento 2, antes do corte das plantas de cobertura.

A segunda fase foi realizada 45 dias após o corte das plantas de cobertura. A composição da comunidade infestante foi de oito famílias para o experimento 1 e 2 (Tabela 10).

As espécies que compunham a comunidade infestante do experimento 1 foram: *Amaranthus deflexus* L., *Bidens pilosa*, *Lepidicum virginicum* L., *Cyperus rotundus*, *Commelina benghalensis*, *Malvastrum coromandelianum*, *Sorghum bicolor*, *Sorghum halepense*, *Cynodon dactylon*, *Echinochloa crusgalli* e *Portulaca oleracea* L. e do experimento 2: *Bidens pilosa*, *Parthenium hypterophorus* L., *Lepidicum virginicum* L., *Commelina benghalensis*, *Cyperus rotundus*, *Malvastrum coromandelianum*, *Indigofera hirsuta*, *Sorghum halepense*, *Sorghum bicolor* e *Rhichardia brasiliensis* (Tabela 10).

Em ambas as áreas, a espécie *Cyperus rotundus* apresentou o maior índice de valor de importância para todos os tratamentos (Figuras 7 e 8).

Dentre os tratamentos, quem apresentou o maior IVI foi o FP para o experimento 1 e o S para o experimento 2 e o menor FP+C para ambos (Figuras 7 e 8). A densidade relativa, com exceção do FP no experimento 2, quem mais contribuiu para um maior IVI.

Alguns adubos verdes, utilizados como plantas de cobertura têm sido objeto de estudo no que diz respeito ao controle alelopático de plantas daninhas. Dentre eles o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*) que exerce ação alelopática sobre a tiririca (Neme, 1960; Magalhães, 1964; Fontanétti, 2004). No presente estudo, o FP no experimento 1, foi o que apresentou maior número desta espécie, podendo ter ocorrido o inverso, um efeito alelopático benéfico para a tiririca, corroborando com os resultados de Carvalho et al. (2002). No que diz respeito ao sorgo, que também tem sido bastante citado na literatura, por promover efeitos prejudiciais às outras plantas, nestas condições também não proporcionou nenhum efeito sobre a tiririca.

Paes e Rezende (2001) comentam que para que os produtos secundários liberados pelas coberturas mortas tenham ação sobre infestantes, é necessário que atinjam no solo uma concentração mínima a que elas são suscetíveis.

O *Sorghum halepense* é uma espécie que necessita de alternância de temperatura para germinar e como um dos benefícios da palhada sobre o solo é de proporcionar uma menor variação de temperatura (Paes e Rezende, 2001), isto possivelmente pode ter diminuído ou inibido o crescimento desta espécie.

Tabela 10. Espécies de plantas daninhas presentes nos experimentos 1 e 2, após o corte dos adubos verdes.

Experimento 1		
Família	Espécie	Nome comum
Amaranthaceae	<i>Amaranthus deflexus</i> L.	caruru, caruru rasteiro
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	picão-preto
Brassicaceae	<i>Lepidicum virginicum</i> L.	mastruz
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i>	tiririca
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i>	trapoeraba
Malvaceae	<i>Malvastrum coromandelianum</i>	guanxuma
Poaceae	<i>Sorghum bicolor</i>	sorgo
	<i>Sorghum halepense</i>	capim-massambará
	<i>Cynodon dactylon</i>	grama seda
	<i>Echinochloa crusgalli</i>	capim-arroz
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	beldroega
Experimento 2		
Família	Espécie	Nome comum
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	picão-preto
	<i>Parthenium hypterophorus</i> L.	losna branca
Brassicaceae	<i>Lepidicum virginicum</i> L.	mastruz
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i>	trapoeraba
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i>	tiririca
Malvaceae	<i>Malvastrum coromandelianum</i>	guanxuma
Papilionoideae	<i>Indigofera hirsuta</i>	anileira
Poaceae	<i>Sorghum halepense</i>	capim-massambará
	<i>Sorghum bicolor</i>	sorgo
Rubiaceae	<i>Rhichardia brasiliensis</i>	poaia

Após a avaliação das plantas daninhas foi feito uma capina manual antes do plantio do milho. Nesta fase, que foi realizada 160 dias após o corte das plantas de cobertura, a composição da comunidade infestante foi de doze e treze famílias para o experimento 1 e 2, respectivamente (Tabela 11). Ocorreu um aumento na comunidade de plantas daninhas nos dois experimentos.

As espécies que compunham a comunidade infestante do experimento 1 foram: *Amaranthus deflexus* L., *Bidens pilosa*, *Boveria verticillata*, *Lepidicum virginicum* L., *Cyperus rotundus*, *Commelina benghalensis*, *Phyllanthus tenellus*, *Leonotis nepetifolia*, *Malvastrum coromandelianum*, *Indigofera hirsuta*, *Sorghum bicolor*, *Sorghum halepense*, *Cynodon dactylon*, *Rhichardia brasiliensis* e *Solanum americanum* e do experimento 2: *Amaranthus deflexus* L., *Bidens pilosa*, *Boveria verticillata*, *Parthenium hypterophorus* L., *Lepidicum virginicum* L., *Cyperus rotundus*, *Commelina benghalensis*, *Phyllanthus tenellus*, *Leonotis*

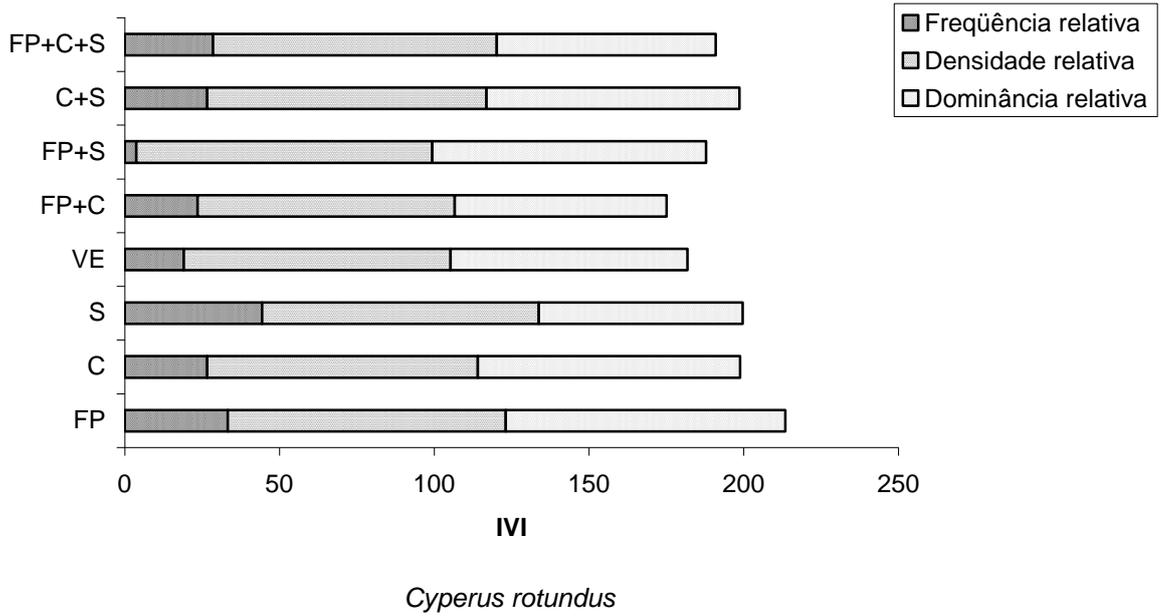


Figura 7: Índice de Valor de Importância (IVI) da principal espécie daninha do experimento 1, após o corte das plantas de cobertura.

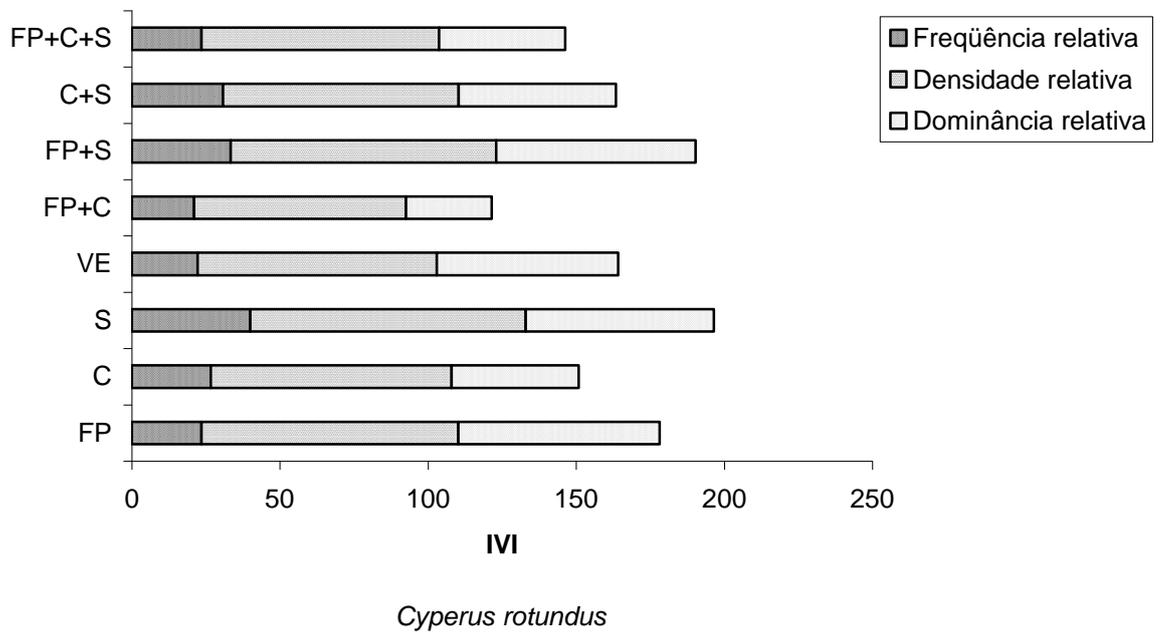


Figura 8. Índice de Valor de Importância (IVI) da principal espécie daninha do experimento 2, após o corte das plantas de cobertura.

nepetifolia, *Malvastrum coromandelianum*, *Mimosa pudica*, *Sorghum bicolor*, *Sorghum halepense*, *Indigofera hirsuta*, *Rhichardia brasiliensis* e *Solanum americanum* (Tabela 11).

Em ambas as áreas, a tiririca apresentou o maior índice de valor de importância para todos os tratamentos. Observou-se que a tiririca apesar de ser a espécie mais representativa do levantamento, o IVI foi em menor valor para todos os tratamentos quando comparado com o segundo experimento.

Entre os tratamentos, o FP+S foi o de maior IVI e C de menor IVI para os dois experimentos (Figuras 8 e 9).

As plantas daninhas além da barreira encontrada pela palhada das plantas de cobertura, ainda tiveram que concorrer com o milho.

Além dos efeitos alelopáticos e temperatura menos oscilante, a existência da palha protege a superfície do solo da ação direta dos raios solares, aumenta a infiltração e o armazenamento de água no solo, fazendo com que algumas espécies daninhas desapareçam e outras se adaptem melhor na ausência do preparo do solo (Paes e Rezende, 2001).

Em um primeiro momento a palhada pode ter favorecido o milho, tornando-o mais competitivo com as plantas daninhas, já que nas primeiras semanas após a emergência, o milho intercepta pequena quantidade de luz (Vidal et al., 2004). À medida que as plantas se desenvolvem, aumentam a captação de luz e o sombreamento da área, proporcionando um melhor controle das plantas daninhas.

Como a avaliação foi feita no final do ciclo da cultura, supõe-se que com a decomposição da palhada este efeito tenha diminuído para determinados tratamentos e com isto tenha proporcionado o surgimento de novas espécies.

Segundo Bastiani (2004), ocorreu uma redução de plantas daninhas conforme se aumentava as doses de N, devido ao crescimento vigoroso das plantas de milho. Como os adubos verdes estavam, em fase de decomposição e liberação de nutrientes e a crotalária tinha um acúmulo considerável de N na parte aérea (233 Mg ha⁻¹ para experimento 1 e 274 Mg ha⁻¹ para experimento 2), isto possivelmente explica o menor IVI proporcionado por essa espécie.

De acordo com os resultados obtidos, pode-se inferir que *Cyperus rotundus* é a espécie com maior potencial para causar prejuízos sobre cultura do

Tabela 11. Espécies de plantas daninhas presentes nos experimentos 1 e 2, no final do ciclo da cultura.

Experimento 1		
Família	Espécie	Nome comum
Amaranthaceae	<i>Amaranthus deflexus</i>	caruru, caruru rasteiro
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	picão-preto
	<i>Borreria verticillata</i>	mata-pasto
Brassicaceae	<i>Lepidicum virginicum</i> L.	mastruz
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i>	trapoeraba
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i>	tiririca
Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus tenellus</i>	quebra-pedra
Lamiaceae	<i>Leonotis nepetifolia</i>	cordão-de-frade
Malvaceae	<i>Malvastrum coromandelianum</i>	guanxuma
Papilionoideae	<i>Indigofera hirsuta</i>	anileira
	<i>Sorghum halepense</i>	capim-massambará
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	grama seda
	<i>Sorghum bicolor</i>	sorgo
	<i>Rhichardia brasiliensis</i>	poaia
Solanaceae	<i>Solanum americanum</i>	maria-pretinha
Experimento 2		
Família	Espécie	Nome comum
Amaranthaceae	<i>Amaranthus deflexus</i>	caruru, caruru rasteiro
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	picão-preto
	<i>Borreria verticillata</i>	mata-pasto
	<i>Parthenium hypterophorus</i> L.	losna branca
Brassicaceae	<i>Lepidicum virginicum</i> L.	mastruz
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i>	trapoeraba
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i>	tiririca
Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus tenellus</i>	quebra-pedra
Lamiaceae	<i>Leonotis nepetifolia</i>	cordão-de-frade
Malvaceae	<i>Malvastrum coromandelianum</i>	guanxuma
Mimosoideae	<i>Mimosa pudica</i>	dormideira
Poaceae	<i>Sorghum halepense</i>	capim-massambará
	<i>Sorghum bicolor</i>	sorgo
Papilionoideae	<i>Indigofera hirsuta</i>	anileira
Rubiaceae	<i>Rhichardia brasiliensis</i>	poaia
Solanaceae	<i>Solanum americanum</i>	maria-pretinha

minimilho, concordando com os resultados obtidos por Bastiani (2004) e Jesus (2009).

4.6. Teores de nitrogênio (TN), de fósforo (TF) e potássio (TP) nas folhas do milho

Os tratamentos tanto em cultivo solteiro quanto em consórcio, no experimento 1, não diferiram da testemunha (vegetação natural) em relação aos teores de nitrogênio, fósforo e potássio (Tabela 12).

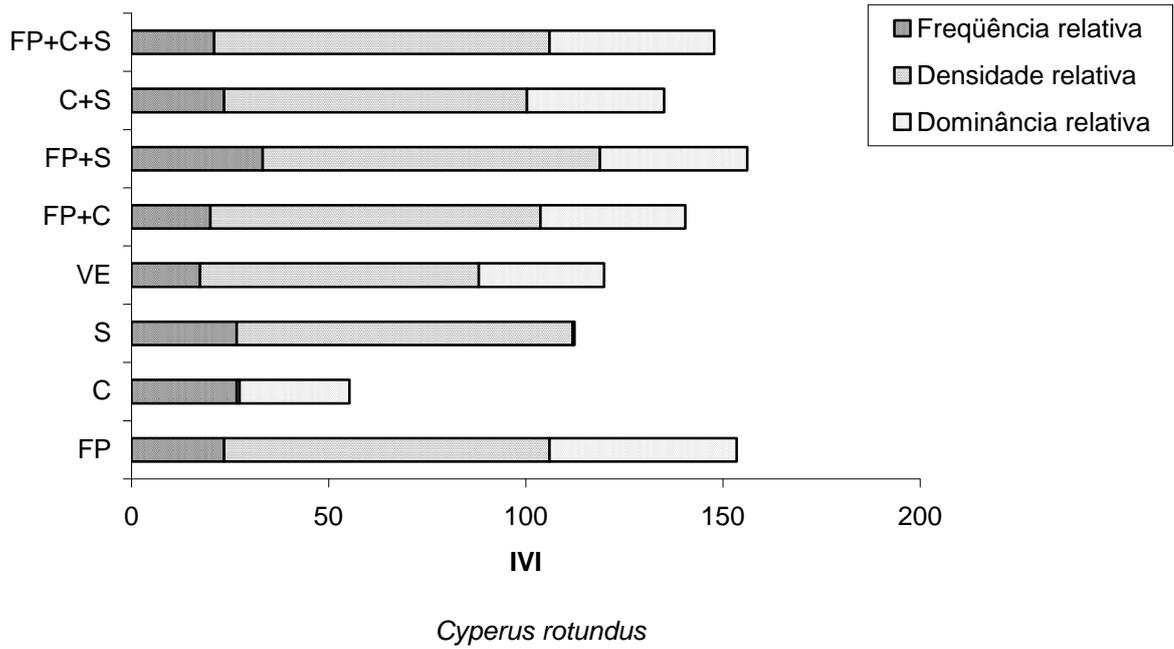


Figura 8. Índice de Valor de Importância (IVI) da principal espécie daninha do experimento 1, no final do ciclo da cultura.

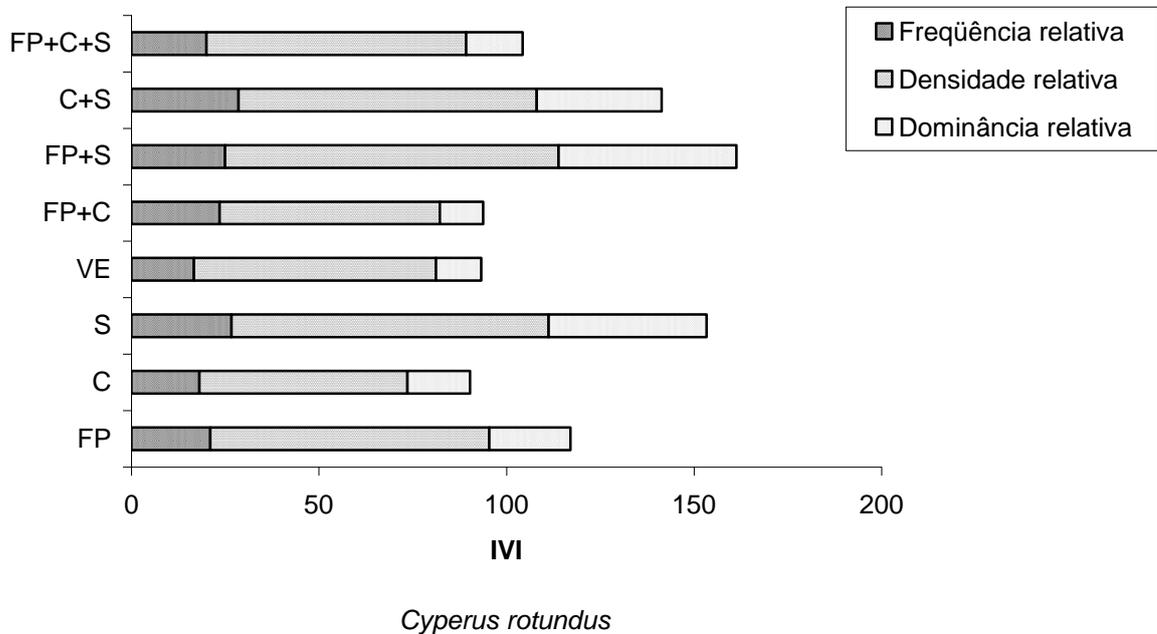


Figura 9. Índice de Valor de Importância (IVI) da principal espécie daninha do experimento 2, no final do ciclo da cultura.

De maneira geral os TN, apresentaram-se abaixo de 30 g Kg^{-1} , considerado nível crítico para o milho (Malavolta, 1980).

Resultados de pesquisa demonstraram que plantas bem nutridas com nitrogênio são mais eficientes em absorver determinados elementos, entre eles, fósforo e potássio, devido ao maior crescimento do sistema radicular (Bastiani, 2004; Montezano et al., 2008).

No experimento 1, os teores de P e K se mantiveram acima do nível crítico, segundo Malavolta (1980), de $3,0 \text{ g Kg}^{-1}$ e 20 g Kg^{-1} , respectivamente.

Duarte Jr. (2006) avaliando o desempenho do milho UENF 506-8, cultivado em sistema de semeadura direta sobre a palhada do feijão-de-porco, apresentou teores foliares de N, P e K de 22,4; 5,9 e $21,8 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente. O mesmo autor observou que o TN foi inferior quando cultivado sobre a palhada do milheto, de $14,8 \text{ g Kg}^{-1}$.

Em relação ao segundo experimento, os TN nas folhas diagnosticadas do milho não apresentaram diferenças estatísticas ($P > 0,05$) (Tabela 12).

O sorgo apresentou superioridade 1,5 e $1,6 \text{ g kg}^{-1}$ de P em relação à vegetação natural e FP+C. e não diferiu significativamente ($P > 0,05$) dos demais tratamentos (Tabela 12).

O consórcio FP+C+S foi superior $2,6 \text{ g kg}^{-1}$ de K que a vegetação natural. Os demais tratamentos, com exceção do FP+S, apresentaram valores intermediários não diferindo estatisticamente ($P > 0,05$) do FP+C+S, assim como da vegetação natural (Tabela 12).

Calegari (2008) sugere que a semeadura da cultura em sucessão deve ser feita o mais próximo do manejo da palhada, de 7 a 10 dias para as fabaceae e de 15 a 20 dias para as poaceae.

No presente estudo o milho foi semeado aproximadamente 50 dias após o manejo das plantas de cobertura e com isso, possivelmente, um menor aproveitamento do N. Um outro fator que pode ter colaborado para este baixo TN é quanto à época do manejo, que foi feito quando todas as plantas de cobertura se apresentavam em fase final de formação de grãos e conforme relatos na literatura, isto influencia na relação C/N das plantas.

Duarte Jr. (2006), relatou que o mesmo ocorreu em experimento realizado na região, onde o manejo do feijão-de-porco foi feito 60 dias antes do plantio do milho. O mesmo atribuiu o fato ao tempo decorrido e à relação C/N do material,

Tabela 12. Teor de nutrientes na folha índice do milho cultivado sobre palhada das plantas de cobertura dos experimentos 1 e 2.

Tratamento	Teor de nutriente					
	N		P		K	
	g/kg					
	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 1	Exp. 2
Feijão-de-porco (FP)	12,84 a	15,76 a	3,57 a	2,45 ab	21,16 a	23,07 ab
Crotalária (C)	12,12 a	14,32 a	3,03 a	1,93 abc	23,13 a	22,05 ab
Sorgo (S)	12,44 a	13,22 a	3,67 a	2,55 a	23,87 a	21,03 ab
Vegetação natural	11,11 a	10,85 a	3,27 a	1,67 bc	24,51 a	20,70 ab
FP+C	13,18 a	14,75 a	3,45 a	1,62 c	23,97 a	21,62 ab
FP+S	10,76 a	11,77 a	3,14 a	2,10 abc	22,30 a	20,33 b
C+S	12,40 a	14,24 a	3,56 a	1,93 abc	22,75 a	21,00 ab
FP+C+S	13,11 a	15,11 a	3,75 a	2,12 abc	22,93 a	23,32 a
Média Geral	12,24	13,75	3,43	2,04	23,08	21,64
CV %	12,15	16,55	12,67	16,31	8,92	5,81

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

que provavelmente se mineralizou grande parte do N que estava em frações orgânicas na fitomassa para a forma mineral e possivelmente se perdeu por processos como lixiviação, desnitrificação e imobilização por microrganismos do solo.

Nessas condições, a palhada das plantas de cobertura, além de apresentar níveis de P e K adequados à cultura do milho, está contribuindo para proteção do solo.

Trabalhos futuros devem ser feitos para que se possam manejar as plantas de cobertura o mais próximo do plantio do milho, e também ajustes quanto à liberação dos nutrientes e picos de absorção dos elementos pela cultura.

4.7. Características produtivas do minimilho

As médias dos tratamentos em relação às características avaliadas no experimento 1, encontram-se na tabela 13.

As variáveis NTE, PECP, PESP, NEC, PEC, NENC, PENC, PTE, CEC e DEC não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 13).

Na Tabela 14 encontram-se as médias dos tratamentos em relação às características avaliadas no experimento 2, conduzido na Estação Experimental de Campos da Pesagro-Rio, em Campos dos Goytacazes.

Tabela 13. Médias das características número total de espiga (NTE), peso de espiga com palha (PECP), peso de espiga sem palha (PESP), número de espiga comercial (NEC), peso de espiga comercial (PEC), número de espiga não comercial (NENC), peso de espiga não comercial (PENC), peso total de espiga (PTE), comprimento de espiga (CEC) e diâmetro de espiga (DEC) do experimento 1.

Tratamento	NTE (Mg ha ⁻¹)	PECP (kg)	PESP (kg)	NEC (Mg ha ⁻¹)	PEC (kg)
FP	326954,00 a	6074,50 a	2219,20 a	243751,00 a	1472,70 a
C	310939,00 a	6043,00 a	2309,20 a	229298,00 a	1426,00 a
S	317579,00 a	5527,70 a	2188,20 a	249610,00 a	1504,00 a
VN	229689,00 a	3102,00 a	1160,70 a	179689,00 a	926,00 a
FP+C	285157,00 a	4933,70 a	1868,00 a	204688,00 a	1121,00 a
FP+S	342189,00 a	5539,50 a	2145,20 a	267969,00 a	1598,00 a
C+S	309376,00 a	5324,20 a	2078,70 a	218751,00 a	1293,00 a
FP+C+S	352736,00 a	6637,50 a	2496,50 a	257813,00 a	1543,20 a
Média Geral	309327,37	5397,78	2058,25	231446,12	1360,50
CV %	20,72	41,52	43,61	20,76	28,72

Tratamento	NENC (Mg ha ⁻¹)	PENC (kg)	PTE (kg)	CEC (cm)	DEC (cm)
FP	83204,20 a	747,00 a	2219,75 a	4,97 a	1,16 a
C	81641,70 a	883,20 a	2309,25 a	4,93 a	1,12 a
S	64063,70 a	684,70 a	2188,75 a	5,03 a	1,20 a
VN	49611,00 a	234,70 a	1160,75	4,51 a	1,1 9a
FP+C	80470,20 a	746,50 a	1867,50 a	4,67 a	1,17 a
FP+S	74220,70 a	547,70 a	2145,75 a	5,04 a	1,19 a
C+S	90626,20 a	785,50 a	2078,50 a	4,67 a	1,17 a
FP+C+S	94923,10 a	993,00 a	2536,25 a	4,80 a	1,18 a
Média Geral	77345,19	702,81	2063,31	4,83	1,17
CV %	32,36	87,46	43,09	10,00	6,93

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A crotalaria apresentou superioridade, em média, 121094 e 70314 espigas totais a mais que, a vegetação natural (VN) e FP+C, respectivamente, embora este não tenha apresentado diferença em relação aos demais tratamentos.

Conforme foi citado anteriormente, a crotalaria após o corte, obteve tempo de permanência sobre o solo menor quando comparada com a vegetação natural e conseqüentemente liberação de N mais rápida (Tabela 7 e 8). Como o milho foi semeado 60 dias após o corte, possivelmente houve uma sincronia entre a liberação e aproveitamento pela cultura e conseqüentemente um maior número de espigas totais e comerciais (Tabela 14). Bastiani (2004), avaliando os efeitos de diferentes doses de nitrogênio e de fósforo e manejos de plantas daninhas

Tabela 14. Médias das características número total de espiga (NTE), peso de espiga com palha (PECP), peso de espiga sem palha (PESP), número de espiga comercial (NEC), peso de espiga comercial (PEC), número de espiga não comercial (NENC), peso de espiga não comercial (PENC), peso total de espiga (PTE), comprimento de espiga (CEC) e diâmetro de espiga (DEC) do experimento 2.

Tratamento	NTE (Mg ha ⁻¹)	PECP (kg)	PESP (kg)	NEC (Mg ha ⁻¹)	PEC (kg)
FP	322266,80 ab	8684,00 a	3168,50 a	229298,00 a	1622,00 a
C	373439,00 a	9426,75 a	3431,50 a	271485,00 a	1957,00 a
S	331641,80 ab	7318,75 a	2672,25 a	272657,25 a	1957,25 a
VN	252345,00 c	4332,75 a	1617,25 a	200391,75 a	1242,75 a
FP+C	303125,80 bc	7949,25 a	2864,25 a	226173,00 a	1872,00 a
FP+S	348439,00 ab	7825,00 a	2957,00 a	266017,00 a	1832,00 a
C+S	339454,50 ab	7899,25 a	2903,50 a	255470,25 a	1715,25 a
FP+C+S	317188,80abc	8191,50 a	2837,25 a	237502,25 a	1684,25 a
Média Geral	323487,60	7703,03	2806,44	244874,50	1735,73
CV %	9,20	25,68	21,90	13,84	12,27

Tratamento	NENC (Mg ha ⁻¹)	PENC (kg)	PTE (kg)	CEC (cm)	DEC (cm)
FP	90626,25 a	1559,00 a	3181,00	5,67 a	1,23 a
C	98048,25 a	1481,75 a	3438,75	5,69 a	1,25 a
S	58985,75 a	715,00 a	2672,25	5,48 a	1,23 a
VN	51173,25 a	375,75 a	1618,50	4,18 a	1,18 a
FP+C	76954,50 a	992,00 a	2864,00	5,22 a	1,24 a
FP+S	82423,50 a	1145,00 a	2977,50	5,47 a	1,23 a
C+S	82814,00 a	1195,75 a	2911,00	5,36 a	1,23 a
FP+C+S	73829,75 a	1160,25 a	2844,50	5,53 a	1,22 a
Média Geral	76856,91	1078,06	2813,44	5,32	1,23
CV %	32,68	51,22	21,70	7,35	4,45

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

sobre a cultura do minimilho, observou que conforme se aumentava a dose de N ocorria um aumento no número de espigas por planta, número de espigas totais e comerciais.

As variáveis PECP, PESP, NEC, PEC, NENC, PENC, DEC e CE não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 14).

A avaliação do comprimento e diâmetro de espigas sem palha é importante para a indústria de conservas. É importante salientar que as medidas comercialmente aceitáveis apresentam de 4 a 12 cm de comprimento e 1 a 1,8 cm de diâmetro (Chutkaem e Paroda, 1994, Pereira Filho e Furtado, 2000, Pereira Filho e Cruz, 2001). Nos experimentos todos os tratamentos se enquadram dentro dos padrões de comercialização quanto ao comprimento e diâmetro de espigas.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Foram realizados dois experimentos de campo, em áreas adjacentes, no período de dezembro de 2006 a setembro de 2007, no município de Campos dos Goytacazes – RJ. O objetivo do trabalho foi de avaliar o desempenho de plantas de cobertura utilizadas como pré-cultivo para formação de palhada na produção de minimilho em sistema de plantio direto.

Os resultados obtidos neste trabalho proporcionaram as seguintes conclusões:

1. As espécies apresentaram bom potencial quanto à porcentagem de cobertura do solo, com exceção da vegetação natural;

2. O sorgo em cultivo solteiro em ambos os experimentos e este consorciado com feijão-de-porco e com feijão-de-porco e crotalária no experimento 1 e com a crotalária no experimento 2, resultaram em maior peso de matéria fresca que a vegetação natural;

3. Todas as espécies utilizadas como plantas de cobertura e suas combinações em condições adequadas de cultivo tendem a produzir quantidade de matéria seca suficiente para o sistema;

4. Os tratamentos crotalária e crotalária + feijão-de-porco apresentaram os maiores teores de N nos tecidos. A vegetação natural apresentou menor acúmulo de N, em média, que os demais tratamentos. Todas as combinações (consórcio) foram semelhantes quanto ao acúmulo de P e K.

5. Em relação à decomposição do material vegetal, o sorgo e a vegetação natural, permaneceram por mais tempo sobre o solo. Houve uma grande variabilidade no tempo de meia vida ($T_{1/2}$) entre os tratamentos quanto à liberação de nutrientes;

6. *Cyperus rotundus* (tiririca) e a espécie *Sorghum halepense* (capim-massambará) em ambos os experimentos, foram as espécies que apresentaram maior índice de valor de importância na área experimental antes do corte das plantas de cobertura. Após o corte das plantas de cobertura e no final do ciclo da cultura quem mais influenciou foi a *Cyperus rotundus*;

7. De maneira geral os TN, apresentaram-se abaixo de 30 g Kg^{-1} , considerado nível crítico para o milho. Em ambos os experimentos, a palhada das plantas de cobertura apresentou níveis de P e K adequados à cultura do milho;

8. Somente o número total de espigas apresentou efeito dos tratamentos, enquanto o peso, diâmetro e comprimento das espigas não foram afetados significativamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aita, C., Giacomini, S.J. (2003) Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. *Revista Brasileira da Ciência do Solo*, Campinas, 27:601-612.

Almeida, F.S. de. (1988) A alelopatia e as plantas. Londrina, IAPAR. 60p. (circular, 53).

Almeida, M.S.; Nascimento Junior, D.; Regazzi, A.J.; Silva, M.P.; Pereira, J.E. (1993) Utilização de diferentes metodologias nas avaliações de pastagem nativa no pantanal. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, 22:270-279.

Almeida, K. de. (2004) *Comportamento de cultivares de couve-flor sob sistema de plantio direto e convencional em fase de conversão ao sistema orgânico*. Tese (Mestrado em Fitotecnia) – Lavras - MG, Universidade Federal de Lavras – UFLA, 56p.

Alvarenga, R.C.; Costa, L.M. da.; Moura Filho, W.; Regazzi, A.J. (1996) Crescimento de raízes de leguminosas em camadas de solo compactadas artificialmente. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, Campinas, 20:319-326.

Alvarenga, R.C.; Cabezas, W. A.L.; Cruz, J.C.; Santana, D.P. (2001) Plantas de cobertura de solo para sistema de plantio direto. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 22 (208):25-36.

Alvarenga, R.C.; Cruz, J.C.; Novotny, E.H. (2002) Cultivo do milho: Plantas de cobertura. In: Embrapa – CNPMS. Sete Lagoas. 7p. (Comunicado Técnico, 41).

Alves, B.J.R.; Oliveira, O.C.; Urquiaga, S.; Boddey, R.M. (1999) Métodos isotópicos. In: Santos, G.A.O.; (Org.). *Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais*. Porto Alegre: Gênese. p. 337-357.

Alves, P.D.L. da. C.A.; Pitelli, R.A. (2001) Manejo ecológico de plantas daninhas. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 22 (208):29-39.

Amado, T.J.C. (2000) Manejo da palha, dinâmica da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes em plantio direto. In: *Encontro Nacional de Plantio Direto na Palha - harmonia do homem com a natureza, desafio para o 3º milênio*, 7, 200, Foz do Iguaçu. Resumos... Foz do Iguaçu: Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha, p. 105-11.

Amado, T.J.C. Mielniczuk, J.; Aita, C. (2002) Recomendação de adubação nitrogenada para milho no RS e SC adaptado ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema de plantio direto. *Revista Brasileira da Ciência do Solo*, Campinas, 26:241-248.

Amado, T.J.C.; Eltz, F.L.F. (2003) Plantio direto na palha-rumo a sustentabilidade agrícola nos trópicos. *Ciência & Ambiente*, Santa Maria, 27:49-66.

Ambrosano, E.J.; Muraoka, T.; Trivelin, P.C.O.; Cantarella, H.; Ambrosano, G.M. B.; Zapata, F.; Bortolotto, N.; Martins, A.L.M.; Silveira, L.C.P.; Boareto, A.E.; Scivittaro, W. B. (2001) O papel das leguminosas na recuperação da fertilidade do solo e sua relação com a proteção de plantas em sistemas de produção ecológica. In: *Encontro de Processos de Proteção de Plantas: controle ecológico de pragas e doenças*. Botucatu: Agroecológica, 196p.

Anderson, R.L. (1997) Cultural systems can reduce reproductive potencial of winter annual grasses. *Weed Tecnology*, 11:608-613.

Andreola, F.; Fernandes, S.A.P. (2007) A microbiota do solo na agricultura orgânica e no manejo das culturas. In: Andreola, F., Fernandes, S.A.P. (org.) *Microbiota do Solo e Qualidade Ambiental*. ed. Campinas: Silveira e Freitas, 312p.

Araújo, A.P.; Almeida, D.L. (1993) Adubação verde associada a fosfato de rocha na cultura de milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 28:245-251.

Azania, A.A.P.M.; Azania, C.A.M.; Gravena, R.; Pavani, M.C.M.D.; Pitelli, R.A. (2002) Interferência da palhada de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) na emergência de espécies de plantas daninhas da família Convolvulaceae. *Planta Daninha*, 20:207-212.

Bartz, H. (1998) Dinâmica dos nutrientes e adubação em sistema de produção sob plantio direto In: Fries, M.R. *Plantio direto em solos arenosos: alternativas de manejo para a sustentabilidade agropecuária*. Santa Maria: UFSM; Pallotti, p.52-63.

Bar-Zur, A.; Saadi, H. (1990) Prolific maize hybrids for baby corn. *Journal Horticultural Science*, Ashford, 65 (1):97-100p.

Bastiani, M.L.R. (2004) A cultura do minimilho (*Zea mays L.*): *Manejo de plantas daninhas, doses de nitrogênio e fósforo e populações de plantas, no Norte fluminense*. Tese (Doutor em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 81p.

Bayer, C. (1996) *Dinâmica da matéria orgânica em sistemas de manejo do solo*. Tese (Doutor em Ciência do Solo) – Porto Alegre – RS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 240p.

Baw, S.H.Mr.; Myanmar. (1993) *The effect of spacing and population on baby corn*

yield. Regional Training Course In: *Vegetal production And Research*, 3. ed. Training report. {S.I.}:AVRDC, p.298-306.

Bertol, I.; Schich, J.; Batistela, O. (2002) Razão de perdas de solo e fator C para milho e aveia preta em rotação com outras culturas em três tipos de preparo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 26:545-552.

Boer, C.A.; Assis, R.L. de; Silva, G.P.; Braz, A.J. Barroso, A.L. de L.; Filho, A.C.; Pires, F.R. (2007) Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo e cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 42:1269-1276.

Boer, C.A.; Assis, R.L. de; Silva, G.P.; Braz, A.J. Barroso, A.L. de L.; Filho, A.C.; Pires, F.R. (2008) Biomassa, decomposição e cobertura do solo ocasionada por resíduos culturais de três espécies vegetais na região centro oeste do Brasil. *Revista Brasileira da Ciência do Solo*, Campinas, 32:843-851.

Bonamigo, L.A. (1999) A cultura do milheto no Brasil, implantação e desenvolvimento no cerrado. In: Neto, A.U.L. de F. et al. Eds. Workshop internacional de milheto. Anais. Planaltina: Embrapa Cerrados.

Bordin, L.; Farinelli, R.; Penariol, F.G.; Fornasieri Filho, D. (2003) Sucessão de cultivo de feijão-arroz com doses de adubação nitrogenada após adubação verde, em semeadura direta. *Bragantia*, 62:417-428.

Borkert, C.M.; Gaudêncio, C.A.; Pereira, J.E.; Pereira, L.R.; Oliveira Junior, A. (2003) Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea das culturas de cobertura de solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 38:143-153.

Bortolini, C.G.; Silva, P.R.; Argenta, G. (2000) Sistemas consorciados de aveia preta e ervilhaca comum como cobertura de solo e seus efeitos na cultura do milho em sucessão. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 24:897-903.

Braga, J.M.; Defelipo, B.V. (1974) Determinação espectrofotométrica de fósforo

em extratos de solos e plantas. *Revista Ceres*, 21:73-85.

Bridges, D.C. (1995) Ecology of weeds. Cap. In: *Handbook of weed management systems*. (editor: Smith, A.E.) p. 19-34. Marcel de Dekker Inc.

Brito, E.C. de (2003) *Adubação verde e sua influência em alguns atributos microbiológicos e químicos de um argissolo vermelho-amarelo sob cultivo de maracujá*. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 116 p.

Calegari, A.; Mondardo, A.; Bulissani, E.A.; Wildner, L.P.; Costa, M.B.B.; Alcantara, P.B.; Myasaka, S.; Amado, T.J.C. (1992) *Adubação verde no sul do Brasil*. Rio de Janeiro: AS-PTA. 346p.

Calegari, A. (1995) Leguminosas para adubação verde de verão no Paraná. Londrina: IAPAR. 118p. (Circular, 80).

Calegari, A.; Mondardo, A.; Bulissani, E.A.; Wildner, L.P.; Costa, M.B.B.; Alcantara, P.B.; Myasaka, S.; Amado, T.J.C. (1993) *Adubação verde no sul do Brasil*. 2. ed. Rio de Janeiro: AS-PTA. 346p.

Calegari, A. (2002) Rotação de culturas e uso de plantas de cobertura. *Agroecologia Hoje*, Botucatu, 2 (14); 14-17.

Calegari, A. (2004) Alternativas de culturas para rotação em plantio direto. *Revista Plantio Direto* - Março/Abril.

Calegari, A. (2008) Plantas de cobertura e rotação de culturas no sistema de plantio direto. *Revista Informações Agrônomicas*, 122:18-21.

Calvo, C.L. (2007) *Produção e qualidade de fitomassa em diferentes estádios de culturas solteiras e consorciadas de guandu-anão, sorgo e milho*. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) – Presidente Prudente – SP, Universidade do Oeste Paulista, 27p.

Carvalho, G.J. de; Fontanétti, A.; Cançado, C.T. (2002) Potencialidades alelopáticas da mucuna preta (*Stilozobium aterrimum*) e do feijão porco (*Canavalia ensiformes*), no controle da tiririca (*Cyperus rotundus*). *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 26 (3):647-651.

Carvalho, G.S.; Von Pinho, R.G.; Rodrigues, V do N. (2003) Produção de minimilho em diferentes ambientes de cultivo. *Revista Ceres*, 50 (288):155-169.

Carvalho, M.A.C. De; Soratto, R.P.; Athayde, M.L.F.; Arf, O.; Sá, M.E. de. (2004) Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema plantio direto e convencional. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 39:47-53.

Castro, C.M. de. (2004) *Plantio direto e aporte de nitrogênio na produção orgânica de berinjela (Solanum melongena L.)*. Tese (Doutor em Ciência do solo) – Seropédica - RJ, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, 107p.

Castro, C.M. de. ; Almeida, D.L. de.; Ribeiro,R.de L.D.; Carvalho, J.F. de. (2005) Plantio direto, adubação verde e suplementação com esterco de aves na produção orgânica de berinjela. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 40: 495-502.

Ceretta, C.A.; Basso, C.J.; Herbes, M.G.; Poletto, N.; Siveira, M.J. da. (2002) Produção e decomposição de fitomassa de plantas invernais de cobertura de solo e milho, sob diferentes manejos da adubação nitrogenada. *Ciência Rural*, Santa Maria, 32 (1):49-54.

Chaves, J.C.D.; Calegari, A. (2001) Adubação verde e rotação de culturas. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 22 (208):53-60.

Cheema, Z.A.; Khaliq, A. (2000) Use of sorghum allelopathic properties to control weeds in irrigated wheat in a semi arid region of Punjab. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 79 (2/3):105-112.

Chutkaem, C.; Paroda, R.S. (1994) Baby corn production in Thailand; a success story. FAO Regional Office for Asia and the Pacific Association of Agricultural Research Institutions, APAARI Publication, p.1: 20.

Coelho, M.A. de. (2008) Adubação da Cultura do milho. Disponível em: <<http://www.Cnprm.embrapa.br>> Acesso em julho 2008.

Colozzi- Filho, A.; Andrade, D.Z.; Balota, E.L. de. (2001) Atividade Microbiana em solos cultivados em sistemas de plantio direto. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 22(208): 84-91.

Conte, E. Anghinoni, I. Rheinheimer, D.S. (2002) Fósforo da biomassa microbiana e atividade fosfatase ácida após aplicação de fosfato em solo no sistema de plantio direto. *Revista Brasileira da Ciência do Solo*, Campinas, 26:925-930.

Corrêa, J.C.; Sharma, R.D. (2004) Produtividade do algodoeiro herbáceo em plantio direto no Cerrado com rotação de culturas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 39:41-46.

Creamer, N.G.; Bennet, M.A. (1997) Evaluation of cover cropping mixture for use in vegetable production systems. *Hort Science*, Alexandria, 32:866-870.

Crusciol, C.A.C.; Cottica, R.L.; Lima, E. do Valle, Andreotti, M. (2005) Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 40:161-168.

Curtis, J.I.; McIntosh, R.P. (1950) The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. *Ecology*, 31: 434-455.

Da Ros, C.O. (1993) *Plantas de inverno para cobertura do solo e fornecimento de nitrogênio ao milho em plantio direto*. Tese (Mestrado em Agronomia) - Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 85p.

Darolt, M.R. (1998) Princípios para implantação e manutenção de sistemas. In: _____. *Plantio direto: pequena propriedade sustentável*. Londrina: IAPAR, p. 16-45 (Circular, 101).

Decker, A.M.; Holderbaum, J.F.; Mulford, R.F.; Meisinger, J.J. e Vough, L.R. (1987) Fall-seeded legume nitrogen contributions to no-till corn production. In: *Role of legumes in conservation tillages systems*, Athens, 1987. Proceedings. Ankeny, Soil Conservation Society of América, p.21-22.

Denardin, J. E. (1996) Parceria entre empresas públicas e privadas na pesquisa e na difusão do sistema plantio direto. In: Peixoto, R.T.G.; Aherens, D.C.; Samaha, M.J. eds. *Congresso Brasileiro de Plantio Direto para uma agricultura Sustentável* (1). Ponta Grossa/PR. IAPAR. p. 31-38.

De-Polli, H. de.; Guerra, J.G.M.; Almeida, D.L. de.; Franco, A. A. (1996) Adubação verde: parâmetros para avaliar sua eficiência. In: *Congresso Brasileiro e Encontro Nacional de Pesquisa sobre Conservação do Solo*, 8, 1990, Londrina. Resumos... Londrina: IAPAR, p. 225-242.

De-Polli, H.; Franco, A.A. (1985) Inoculação de leguminosas. Rio de Janeiro: Embrapa-UAPNPBS, 31 p. (Embrapa-UAPNPBS, Circular Técnica, 1).

Derpsch, R.; Roth, C.H.; Sidiras, N. Kopke, U. (1991) *Controle da erosão no Paraná, Brasil: Sistema de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo*. Eschborn: IAPAR/ GTZ, 268 p.

Dick, W.A.; Mc Cox, E.L.; Edwardds, W.M.; Lal, R. (1991) Continuous application of no-tillage to Ohio soils. *Agronomy Journal*, Madison. 83:65-73.

Doran, J.W.; Parkin, T.B. (1994) Defining and assessing soil quality. In: Doran, J. W.; Colemam, D. C.; Bezdicek, D. F.; Stewart, B. A.; ed. *Defining soil quality for a sustainable environment*. Madison: SSSA, p. 3-21.

Duarte Jr., J.B. (2006) *Avaliação agronômica da cana-de-açúcar, milho e feijão em sistema de plantio direto em comparação ao convencional em Campos dos Goytacazes - RJ*. Tese (Doutor em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 283 p.

Durigan, J.C.; Martini, G.; Leite, G.J. (2002) Controle químico da tiririca (*Cyperus rotundus* L.) com e sem cobertura do solo com a palha remanescente da colheita mecânica da cana-de-açúcar. In: *Anais do Congresso Nacional da STAB*, 8, Recife: STAB, p. 150-157.

Ehlers, E. (1997) *Agricultura sustentável: origem e perspectivas de um novo paradigma*, Livros da terra, 175p.

Ellert, B. H.; Bettany, J. R. (1992) Temperature dependence of net nitrogen and sulfur mineralization. *Soil Science Society of America Journal*, Madison. 56: 1133-1141.

Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1997). *Manual de métodos de análise do solo*. Rio de Janeiro. 212p.

Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2005) *Plantio Direto*. Disponível em <<http://www.embrapa.br/plantiodireto>>. Acesso em: maio de 2005.

Ernani, P. R.; Bayer, C.; Fontoura, S. M. V. (2001) Influência da calagem no rendimento de matéria seca de plantas de cobertura e adubação verde, em casa de vegetação. *Revista Brasileira da Ciência do Solo*, Campinas, 25:897-904.

Espindola, J.A.A.; Guerra, J.G.M.; Almeida, D.L.; Teixeira, M.G.; Urquiaga, S. (2006) Decomposição e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira. *Revista Brasileira da Ciência do Solo*, Campinas, 30:321-328.

Faiguenbaum, H.; Olivares, C. (1999) Evaluation of effects of three spacing on baby corn cv.Sweet Boy. *Ciencia e Investigacion Agraria*, Santiago, 22 (9):664-665.

Fancelli, A.L. Dourado-Neto, D. (1997) Tecnologia da produção de milho. Piracicaba (sn), 174p.

Fancelli, A. L. Dourado-Neto, D. (2000) Produção de milho. Guaíba: Agropecuária, 360p.

Favaretto, N.; Moraes, A. de; Motta, A.C.V.; Prevedello, B.M.S.(2000) Efeito da revegetação e da adubação de área degradada na fertilidade do solo e nas características da palhada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 35: 289-297.

Favero, C.; Jucksch, I.; Costa, L.M.; Alvarenga, R.C.; Neves, J.C.L. (2000) Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 24:171-177.

Favero, C.; Jucksch, I.; Alvarenga, R.C.; Costa, L.M. da. (2001) Modificações na população de planta espontâneas na presença de adubos verdes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 36:1354-1362.

Febrapdp (2006). Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/plantiodireto>. Acesso em: agosto de 2006.

Ferreira, A. M. (1996) *Efeito de adubos verdes nos componentes de produção de diferentes cultivares de milho*. Tese (Mestrado em Fitotecnia) – Lavras – MG, Universidade Federal de Lavras - UFLA, 70 p.

Ferreira, F.A.; Ferreira, L.R.; Silva, A.A.; Gomes, J.M. (2000) Manejo integrado de plantas daninhas em hortaliças. In: Zambolim, L. (ed.) *Manejo Integrado de doenças, Pragas e Plantas Daninhas*, Viçosa: UFV, p.365-372.

Fiorin, J.E.; Bianchi, M.A.; Canal, I.N.; Petreire, C.; Campos, B.C. de (1999) Resposta do trigo a adubação verde de verão e uso de nitrogênio no sistema plantio direto. In: *Fertibio 98/ Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas*, 23, 1998, Caxambu, MG. Resumos... Lavras: UFLA, p. 329.

Fontanetti, A.; Carvalho, G. J. de.; Moraes, A.R. de.; Almeida, K. de.; Duarte, W. F. (2004) Adubação verde no controle de plantas invasoras nas culturas de alface-americana e de repolho. *Ciência & Agrotecnologia*, Lavras, 28 (5):967-973.

Franchini, J.C.; Borkert, C.M.; Ferreira, M.M. e Gaudêncio, C.A. (2000) Alterações na fertilidade do solo em sistema de rotação de culturas em semeadura direta. *Revista Brasileira da Ciência do solo*, Campinas, 24: 459-467.

Galinat, W.C. (1985) *Whole ears baby corn, a new way to eat corn*. Proceeding Northeast corn Improvement Conference., 40:22-27.

Galinat, W.C.; Lin, B.Y. (1988) Baby corn: Production in Taiwan and future outlook for production in the United States. *Economic Botany*, 42:132-34.

Gama-Rodrigues, E.F. (1999) Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: Santos, G.A. & Camargo, F.A.O. (eds.) *Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais*. Porto Alegre, Gênese, p.227-243.

Giacomini, S.J.; Aita, C.; Vendruscolo, E.R.O.; Cubilla, M.; Nicoloso, R.S.; Fries, R.M. (2003) Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. *Revista Brasileira da Ciência do solo*, Campinas, 27:325-334.

Gonçalves, C.N.; Ceretta, C.A.; Basso, C.J. (2000) Sucessões de culturas com plantas de cobertura e milho em plantio direto e sua influência sobre o nitrogênio no solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 24: 153-159.

Gouveia, R. F. (1995) *Possibilidades da adubação verde no município de Paty do Alferes (RJ)*. Tese (Mestrado em Fitotecnia) – Seropédica - RJ, Universidade

Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, 129p.

Glass, V. (2005) Salada nutritiva. Disponível em: http://www.globorural.globo.com/edic/179/nova_tec1.htm. Acesso em: junho de 2005.

Grodzinsky, M.A. (1992) Allelopathic effects of cruciferous plants in crop rotation. In: Rizvi, S.J.H.; Rizvi, V. (ed). *Allelopathy – basis and applied aspects*. New York: Chapman & Hall, p. 77-84.

Harris, G.H.; Hesterman, OB. (1990) Quantifying the nitrogen contribution from alfafa to soil and two succeeding crops using Nitrogen-15. *Agronomy Journal*, Madison, 82 (1):129-134.

Heinrichs, R.; Fancelli, A.L. (1999) Influência do cultivo consorciado de aveia preta (*Avena strigosa* Schieb.) e ervilhaca comum (*Vicia sativa* L.) na produção de fitomassa e no aporte de nitrogênio. *Scientia Agrícola*, 56:27-31.

Hernani, L.H.; Salton, J.C. (2001) Manejo e conservação do solo. In: *Algodão: Tecnologia de produção*. Dourados: Embrapa Agropecuário Oeste, Campina Grande: Embrapa Algodão, p. 76-102.

Jacobi, U.S.; Fleck, N.G. (2000) Avaliação do potencial alelopático de genótipos de aveia no início do ciclo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 35:11-19.

Jaster, F. (1995) Plantio direto sem herbicidas. *Agricultura Biodinâmica*, 13(73): 15-16.

Jones, J.N.; Moody, J.E.; Shear, G.M.; Moscheler, W.W.; Liliard, J.L. (1968) The no-tillage system for corn (*Zea mays* L.). *Agronomy Journal*, Madison, 60:17-20.

Jones, J.B. Wolf, B. Mills, H.A. (1991) *Plant Analysis Handbook. A practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide*. Athens, Georgia, USA. Micro-Macro Publishing Inc., 213p.

Jesus, V.P. de. (2009) *Consórcio e despendoamento do milho (Zea Mays L.) utilizados para produção de minimilho*. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual Norte Fluminense - UENF, 55p.

Kader, A.A. (1992) *Postharvest technology of horticultural crops*. California: University of California, 226p.

Karam, D. de.; Melhorança, A.L. (2008) Plantas Daninhas. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br>> .Acesso em: dezembro de 2008

Kitiprawat, S. (1989) Other aspects of the economy. Bangkok Bank Monthly Review, Bangkok, p.450-453.

Kliemann, H.J.; Braz, A.J.P.B.; Silveira, P.M. (2006) Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho distroférico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, 36:21-28.

Kliwer, I. (2004) Alternativas de controle de plantas daninhas em sistema de plantio direto sem herbicidas. In: *Sistema agrícola sustentável com colheita econômica máxima*, 1, São Pedro, Palestras... São Pedro: CD-Rom.

Kotch, R.S.; Murphy, J.H.; Orzolek, M.D.; Ferreti, P.A. (1995) Factors affecting the production of baby corn. *Journal of Vegetal Crop Production*, Calhoun, 1 (1):19-28.

Lamas, F.M.; Staut, L.A. (2005) Espécies vegetais para cobertura do solo no cerrado de Mato Grosso. *Comunicado Técnico*, Embrapa/MS, 4p.

Landers, J.N.; Freitas, P.L. (2002) É preciso vencer a imagem do plantio direto a sociedade. In: *Direto do cerrado*, órgão de divulgação da APDC, p. 8- 9.

Lima, E.A. de. (2002) *Espécies para cobertura de solo e seus efeitos sobre a vegetação espontânea e rendimento da soja em plantio direto, em Campos dos Goytacazes*. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual Norte Fluminense - UENF, 62p.

Lorenzi, H. (1984a) Inibição alelopática das plantas daninhas. Adubação verde no Brasil. Campinas: Fundação Cargill, p. 183-195.

Lorenzi, H. (1984b) Considerações sobre plantas daninhas no plantio direto. Plantio Direto no Brasil. In: Torrado, P.V.; Aloisi, R.R. (eds) .Campinas: Fundação Cargill, 124p.

Lorenzi, H. (1986) *Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional*. Nova Odessa: 220p.

Lorenzi, H. (2000) *Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas*. 3. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 640p.

Macias, F.A.; Oliva, R.M.; Varela, R.M.; Torres, A.; Monlinillo, J.M.G. (1999) Allelochemicals from sunflower leaves cv. Peredovick. *Phytochemistry*, 52 (4): 613-621.

Magalhães, A.C. (1964) Efeito inibidor de extratos de plantas de feijão-de-porco sobre o desenvolvimento da tiririca. *Bragantia*, Campinas, 23:29-34.

Malavolta, E. (1980) *Elementos de nutrição mineral de plantas*. Piracicaba: Agronômica Ceres, 215p.

Malavolta, E., Vitti, G.C.; Oliveira, S.A. de. (1989) *Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 201 p.

Malavolta, E, Vitti, G.C.; Oliveira, S.A. de. (1997) *Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações*. 2 ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato.139 p.

Marschner, H. (1995) *Mineral nutrition of higher plants*. 2. ed. London: Academic Press.

Martinazzo, R.; Rheinheimer, D.S.; Gatiboni, L.C.; Brunetto, G.; Kaminski, J. (2007) Fósforo microbiano do solo sob sistema plantio direto em resposta à adição de fosfato solúvel. *Revista Brasileira da Ciência do Solo*, Campinas, 3: 563-570.

Mateus, G.P.; Crusciol, C.A.C.; Negrisoni, E. (2004) Palhada do sorgo de guiné gigante no estabelecimento de plantas daninhas em área de plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 39 (6)539-542.

Medeiros, A.R.M. de. (1989) *Determinação de potencialidades alelopáticas em agrossistemas*. Tese (Doutor em Agronomia) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz – Esalq - USP,92p.

Mercante, F.M. (2001) Biomassa e a atividade microbiana: indicadores de qualidade do solo. *Direto no Cerrado*. p. 9.

Miles, C.A.; Zenz, L. (1997) Baby corn production Chehalis: Washington State University. Disponível em: <http://agsyst.wso.edu/babycrn.htm>. Acesso em: agosto de 2008.

Miles, C.A.; Zenz, L. (1998) The web of science. Washington: *Washington State University*. Disponível em: <<http://agsyst.wso.edu>> Acesso em: setembro de 2008.

Miles, C.A.; Zenz, L. (2000) Baby corn Washington State University, Cooperative Extension. Lewis County, 8p. Disponível em: <<http://agsyst.wso.edu/babycorn.htm>> Acesso em: setembro de 2008.

Mojtahedi H.; Santo, G.S.; Ingram, R.E. (1993) Supression of *Meloidogyne chitwoodi* with sudangrass cultivars, as green manure. *Journal of Nematology*, Lakeland, 25 (2):303-311.

Monegat, C. (1991) *Plantas de cobertura do solo: características e manejo em pequenas propriedades*. 2. ed. Chapecó, SC, 337p.

Montezano, Z.F.; Corazza, E.J.; Muraoka, T. (2008) Variabilidade de nutrientes em plantas de milho cultivado em talhão manejado homoganeamente, *Bragantia*, 67(4): p.969-976.

Moraes, R.N.S. (2001) *Decomposição das palhadas de sorgo e milho, mineralização de nutrientes e seus efeitos no solo e na cultura do milho em plantio direto*. Tese (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Lavras – MG, Universidade Federal de Lavras - UFLA, 90p.

Moreira, F.M.S.; Siqueira, J.O. (2002) *Microbiologia e bioquímica do solo*. Lavras: Editora UFLA, 626p.

Moreira, V.F. (2003) *Produção de biomassa de guandu a partir de diferentes densidades de plantio e cultivo de brócolos em faixas intercaladas sob manejo orgânico*. Tese (Mestrado) – Seropédica, RJ, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, 66p.

Mueller-Dombois, D.; Ellenberg, H.A. (1974) *Aims and methods of vegetation ecology*. New York: John Wiley, 547p.

Mulugeta, D.; Boerboom, C.M. (2000) Critical time of weed removal in glyphosate-resistant glycine masc. *Weed Science*, Lawrence, 48(1):35-42.

Muzzilli, O. (1981) Princípios e perspectivas de expansão. *Plantio Direto no Estado do Paraná*. Londrina: IAPAR, p. 11-17. (Circular 23).

Nelson, J.B.; King, L.D. (1996) Green manure as a nitrogen source for wheat in the Southeastern United States. *American Journal of Alternative Agriculture*, Greenbelt, 11(4):182-189.

Neme, N. A. (1960) Combate a tiririca. *O Agrônomo*, Campinas, 12:5-6.

Nunes, U.R.; Andrade Júnior, V.C.A.; Silva, E.B.; Santos, N.F.; Costa, H.A.O.; Ferreira, C.A. (2006) Produção de palhada de plantas de cobertura e rendimento

do feijão em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 41:943-948.

Ohno, S.; Tomita-Yokotani, K.; Kosemura, S.; Hasegawa, K.A. (2001) Species-selective allelopathic substance from germinating sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds. *Phytochemistry*, 56 (6):577-581.

Oliveira, T.K. (2001) *Plantas de cobertura em cultivo solteiro e consorciado e seus efeitos no feijoeiro e no solo em plantio direto*. Tese (Mestrado em Fitotecnia) – Lavras – MG, Universidade Federal de Lavras - UFLA, 109p.

Oliveira, T.K. de; Carvalho, G.J.; Moraes, R.N.S. (2002) Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, 37:1079-1087.

Oliveira, M.F. de; Alvarenga, R.C.; Oliveira, A.C. de.; Cruz, J.C. (2001) Efeito da palha e da mistura atrazine + metalachlor no controle de plantas daninhas na cultura do milho, em sistema de plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, 36:37-41.

Oliveira, F.L. de. (2001) *Manejo Orgânico da cultura do repolho (Brassica oleracea var. capitata): adubação orgânica, adubação verde e consorciação*. Tese (Mestrado em Fitotecnia) – Seropédica - RJ, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, 87p.

Oliveira, V.P.S. (1996) *Avaliação do sistema de irrigação por sulco da fazenda do Alto, em Campos dos Goytacazes, RJ*. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, 95p.

Paes, J.M.V.; Rezende, A.M. de. (2001) Manejo de plantas daninhas no sistema plantio direto na palha. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 22 (208):37-42.

Peixoto, R.T.G; Ahrens, D.C.; Samaha, M.J. (1997) *Plantio Direto. O caminho para uma agricultura sustentável*. 1.ed. Ponta Grossa, PR: IAPAR, PRP/PG, 275p.

Pereira, A.J. (2007) *Caracterização agrônômica de espécies de Crotalaria L. em diferentes condições edafoclimáticas e contribuição da adubação verde com C. juncea no cultivo orgânico de brássicas em sistema de plantio direto*. Tese (Doutor em Fitotecnia) – Seropédica - RJ, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, 72p.

Pereira Filho, I.A.; Cruz, J.C. (2001) Manejo Cultural do Minimilho. In: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sete Lagoas. 4p. (Circular Técnica, 7).

Pereira Filho, I.A., Furtado, A.A.L. (2000) Minimilho: mais uma opção para o produtor brasileiro e para a indústria de conservas alimentícias. *Congresso Nacional de Milho e Sorgo*, 23. (Palestras, CD-ROOM).

Pereira Filho, I.A.; Gama, E.E.G; Cruz, J.C. (1998a) Minimilho: efeito de densidades de plantio e cultivares na produção e em algumas características da planta de milho. Sete Lagoas: Centro Nacional de Pesquisa Milho e Sorgo/Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 6p. (EMBRAPA–CNPS. Pesquisa em Andamento, 23).

Pereira Filho, I. A.; Gama, E.E.G; Furtado, L. A.A. (1998b) Produção do minimilho. Sete Lagoas: Centro Nacional de Pesquisa Milho e Sorgo/Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 4p. (EMBRAPA–CNPS. Comunicado Técnico, 7).

Pereira Filho, I.A.; Gama, E.E.G. (2001) Avaliação de genótipos em diferentes densidades de semeadura e visando a produção de minimilho com maior aproveitamento comercial. Sete Lagoas: Centro Nacional de Pesquisa Milho e Sorgo/Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 4p.

Pereira Filho, I.A. Queiroz, V.A.V. (2008) Milhos especiais garantem renda extra. Disponível em: <<http://www.portaldoagronegocio.com.br>> Acesso em: setembro de 2009.

Pereira, F.A.R.; e Velini, E.D. (2003) Sistemas de cultivo no cerrado e dinâmica de populações de plantas daninhas. *Revista Planta Daninha*, 21 (3):355-363.

Perez, K.S.S.; Ramos, M.L.G.; Mc.Manus, C. (2004) Carbono da biomassa microbiana em solo cultivado com soja sob diferentes sistemas de manejo nos cerrados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 39:567-573.

Perin, A.; Teixeira, M.G.; Guerra, J.G.M. (1998) Avaliação inicial de algumas leguminosas herbáceas perenes para utilização como cobertura viva permanente do solo. II. Amendoim forrageiro, galáxia e centrosema. Seropédica, Embrapa Agrobiologia, 6p. (Comunicado Técnico, 28).

Perin, A.; Santos, R.H.S.; Urquiaga, S.; Guerra, J.G.M.; Cecon, P.R. (2004) Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 39: 35-40.

Pitelli, R.A. (1997) Dinâmica de plantas daninhas no sistema de plantio direto. In: Simpósio sobre Herbicidas e Plantas Daninhas, 1997, Dourados, Resumos. Dourados: Embrapa-CPAO, p. 50-61.

Pontes, J.R.V.; Marques, J.P.; Benez, S.H. (2000) Estimativa do custo econômico dos manejos mecânicos da vegetação espontânea para plantio direto. In: XXX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola (CD-Rom) Fortaleza: SBEA.

Pontes, K.L.M. (2001) *Avaliação da produção orgânica de tomateiro rasteiro (Lycopersicon esculentum Mill.) em dois sistemas de plantio após pré-cultivo de sorgo consorciado com girassol*. Tese (Mestrado em Fitotecnia) – Seropédica – RJ, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, UFRRJ, 165p.

Popia, A. F.; Júnior, H. A.; Almeida, R. (2000) *Olericultura orgânica*. Curitiba: EMATER-PR.

Primavesi, O.; Primavesi, A.C.; Armelin, M.J.A. (2002) Qualidade mineral e degradabilidade potencial de adubos verdes conduzidos sobre Latossolos, na região tropical de São Carlos, SP, Brasil. *Revista de Agricultura*, 77:89-102.

Rezende, C.P.; Cantarutti, R.B.; Braga, J.M.; Gomide, J.A.; Pereira, J.M.; Ferreira, E.; Tarre, R.; Macedo, R.; Alves, B.J.R.; Urquiaga, S.; Cadisch, G.; Giller, K.E.; Boddey, R.M. (1999) Litter deposition and disappearance in *Brachiaria* pastures in the Atlantic forest region of the South of Bahia, Brazil. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 54:99-112.

Reeves, D.W. (1997) The role of soil organic matter in maintaining soil quality in continuous cropping systems. *Soil & Tillage Research*, 43:1-2.

Rheinheimer, D.S.; Anghinoni, L.; Kaminski, J. (2000) Depleção do fósforo inorgânico de diferentes frações provocadas pela extração sucessiva com resina em diferentes solos e manejos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 24:345-354.

Ribeiro, F.S.R.; Neto, F.S.; Santos, J.A.B. (2001) Plantio direto na pequena propriedade. *Informe Agropecuário*. Belo Horizonte. 22 (208): 100-108.

Rodrigues, L.R.F., Silva, N., Mori, E.S. (2004) Avaliação de sete Famílias S₂ prolíficas de minimilho para a produção de híbridos. *Bragantia*, Campinas, 63 (1): 31-8.

Rosolem, C.A.; Calonego, J.C.; Foloni, J.S.S. (2003) Lixiviação de potássio da palha de espécies de cobertura de solo de acordo com a quantidade de chuva aplicada. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 27: 355-362.

Rossi, C.Q.; Alves, R.E. de A.; Fernandes, P.R.T.; Pereira, M.G.; Ribeiro, R.L.D.; Polidoro, J.C. (2008) Liberação de macronutrientes de resíduos do consórcio entre mucuna preta e milho sob sistema orgânico de produção. *Revista de Ciência da Vida*, RJ, EDUR, 28(2): 1-10.

Ruas, D.G.; Garcia, J.C.; Teixeira, N.M. (1988) Origem e importância do sorgo para o Brasil. Recomendações técnicas para o cultivo do sorgo. Sete Lagoas, MG: Embrapa-CNPAMS.

Ruedell, J. (1995) Dessecação e controle de plantas infestantes no sistema de plantio direto. In: Seminário Internacional do Sistema de Plantio Direto, 1. ed. Passo Fundo. Resumos... Passo Fundo: Embrapa-CNPT, p. 21-27.

Sá, J.C. de. M. (2004) O plantio direto com base do sistema de produção no seqüestro de carbono. *Revista plantio direto*. Passo Fundo: ABPD, n.84.

Sahoo, S.C.E Panda, M.M. (1997) Fertilizer requirement of baby corn (*Zea mays* L.) in wet and winter season. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 67 (9):397-8

Sahoo, S.C; Panda, M.M. (1999a) Determination of optimum planting geometry for baby corn (*Zea mays* L.). *Indian Journal of Agricultural Sciences*, New Delhi, 69 (9):664-665.

Sahoo, S.C.; Panda, M.M. (1999b) Effect of level of nitrogen and plant population on yield of baby corn (*Zea mays* L.) *Indian Journal of Agricultural Sciences*, New Delhi, 69 (2):157-158.

Salton, J.C. (1993) Alternativas para produzir palhas no Mato Grosso do Sul. In: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Plantio Direto no Brasil. Passo Fundo: Aldeia Norte, 159-162.

Sanders, D.W. (1992) International activities in assessing and monitoring soil degradation. *American Journal of Alternative Agriculture*, Greenbelt, 7:17-24.

Santos, I.C. dos.; Miranda, G.V.; Melo, A.V. de.; Mattos, R.N.; Oliveira, L.R.; Lima, J. da. S.; Galvão, J.C.C. (2005) Comportamento de cultivares de milho produzido organicamente e correlações entre características das espigas colhidas no estágio verde. *Revista Brasileira Milho e Sorgo*, 4 (1):45-53.

Santos, J.P.; Pereira Filho, I. A.; Tomé, P.H.F. (2001) *Colheita do minimilho*. Sete Lagoas: Centro Nacional de Pesquisa Milho e Sorgo/Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, p.1-5.

Santos, J.A.C. (1984) *Influência do porte, capinas e épocas de colheita sobre a incidência de plantas daninhas e algumas características do milho (Zea mays L.)*. Tese (Mestrado em Fitotecnia) - Lavras – MG, Universidade Federal de Lavras – UFLA, 47p.

Seguy, L.; Bouzinac, S.; Trentini, A.; Cortes, N. de A. (1997) Gestão da fertilidade de culturas mecanizadas nos trópicos úmidos: o caso das frentes pioneiras nos cerrados e florestas úmidas no centro norte do Mato Grosso. In: Congresso brasileiro de plantio direto para a agricultura sustentável. IAPAR. p. 125-157.

Seguy, L.; Bouzinac, S. (1999) La maîtrise de *Cyperus rotundus* par le semis direct en culture contonnière au Brésil. *Agriculture et développement*, 21: 87-97.

Severino, F.J.; Christoffoleti, P.J. (2001) Efeitos de quantidades de fitomassa de adubos verdes na supressão de plantas daninhas. *Planta Daninha*, 19 (2):223-228.

Silgram, M.; Shepherd, M.A. (1999) The effects of cultivation on soil nitrogen mineralization. *Advance Agonomy*, San Diego, 65:267-311.

Silva, C.F.; Brune, E.S.; Barreto, N.R. (1986) *Manual da cultura do milho & sorgo*. Porto Alegre – RS: Fundação Educacional Padre Landell de Moura.

Silva, V.V. (2002) *Efeito do pré-cultivo de adubos verdes na produção orgânica de brócolos (Brassica oleraceae L. var. italica) em sistema de plantio direto*. Tese (Mestrado em Fitotecnia) – Seropédica - RJ, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, 86p.

Silva, G.F.; Erasmo, E.A.L.; Sarmiento, R.A.; Santos, A.R.; Aguiar, R.W.S. (2003) Potencial de produção de biomassa e matéria seca de milheto (*Pennisetum americanum* Schum.), em diferentes épocas no sul do Tocantins. *Biosci. J.*, 19:31-34.

Silva, J. da S.; Duarte, N. de F. (1997) *Manejo de plantas daninhas na cultura do milho*. In: Fancelli, A. L.; Dourado Neto, D. (coords). *Tecnologia para produção de milho*. Piracicaba: Publique. p. 75-83.

Silva, A.A.; Vargas, L; Werlang, R.C. (2004) Manejo de plantas daninhas na cultura do milho. In: Galvão, J.C.C.; Miranda, G.V. *Tecnologias de produção do milho*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p. 269–310.

Sing, Y.; Khind, C.S.; Sing, B. (1991) Efficient management of leguminous green manures in wetland rice. *Adv. Agron.*, New York, 45:137-87.

Souza, J.L. de; Resende, P. (2003) *Manual de Horticultura Orgânica*. Viçosa: Aprenda fácil, 564 p.

Souza, E.D. de; Carneiro, M.A.C.; Banys, V.L. (2008) Fitomassa e acúmulo de nitrogênio, em espécies vegetais de cobertura do solo para um latossolo vermelho distrófico de Cerrado. *Acta Sci Agron.*, Maringá, 30 (4): 525-531.

Spagnollo, E.; Bayer, C. Wildner, L.P.; Ernani, P.R.; Albuquerque, J.A. e Proença, M.M. (2002) Leguminosas estivais intercalares como fonte de nitrogênio para o milho no Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 26: 417-423.

Stevenson, F.J. (1986) *Cycles of soil - carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur and micronutrients*. John Wiley & Sons, NY, 380p.

Swanton, C.J.; Murphy, S.D. (1996) Weed science beyond weeds: The role of integrated weed management in agroecosystem health. *Weed Science*, 44:437-445.

Taiz, L.; Zeiger, E. (1991) Photosynthesis: carbon metabolism. In: Taiz, L.; Zeiger, E. *Plant physiology*. Redwood: Benjamin/Cummings. p. 219-248.

Taiz, L.; Zeiger, E. (2004) *Fisiologia Vegetal*. 3 ed. Porto Alegre, Artmed, 719p.

- Teasdale, J.R. (1995) Influence of narrow row/high population corn on weed control and light transmittance. *Weed Technology*, (9)113-118.
- Teixeira, C.M.; Carvalho, G.J.C.; Furtini Neto, A.E.; Andrade, M.J.B.; Marques, E.L.S. (2005) Produção de biomassa e teor de macronutrientes do milheto, feijão-de-porco e guandu-anão em cultivo solteiro e consorciado. *Ci. Agrotec.*, 29:93-99.
- Thakur, D.R.; Prakash, O.M.; Kharwara, P.C.; Balla, S.K.; Prakash, O. (1997) Effect of nitrogen and plant spacing on growth, yield and economics of baby corn (*Zea mays* L.). *Indian Journal of Agronomy*, 42 (3):479-83.
- Thakur, D.R.; Prakash, O.M.; Kharwara, P.C.E.; Bhala, S.K. (1998) Effect of nitrogen and plant spacing on yield, nitrogen uptake and economics in baby corn (*Zea mays* L.). *Indian Journal of Agronomy*, 43 (4):668-71.
- Thakur, D.R.; Sharma, V. (1999) Effect of varying rates of nitrogen and its schedule of split application in baby corn (*Zea mays*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*, New Delhi, 69 (2):93-95.
- Thakur, D.R.; Sharma, V.; Pathik, S.R. (2000) Evaluation of maize (*Zea mays*) cultivars for their suitability baby corn under mid-hills of north-western Himalayas. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, New Delhi, 70 (3):146-148.
- Thomas, R.J.; Asakawa, N.M. (1993) Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. *Soil Biology and Biochemistry*. Oxford. 25:1351-1361.
- Thönnissen, C.; Midmore, D.J.; Ladher, J.K.; Olk, D.C.; Schmidhalter, V. (2000) Legume decomposition and nitrogen release when applied as green manures to tropical vegetable production systems. *Agronomy Journal*, Madison, 92:253-260.
- Tian, G.; Kang, B.T.; Brussard, L. (1993) Mulching effect of plant residues with chemically contrasting compositions on maize growth and nutrient accumulation. *Plant and Soil* (Netherlands), 153:179-187.

Torres, J.L.R. (2003) Estudo das plantas de cobertura na rotação milho-soja em sistema de plantio direto no cerrado, na região de Uberaba-MG. Tese (Doutorado em Agronomia) – Jaboticabal – SP, Universidade Estadual Paulista, UNESP, 108p.

Torres, J.L.R.; Pereira, M.G.; Andrioli, I.; Polidoro, J.C.; Fabian, A.J. (2005) Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo d cerrado. *Revista Brasileira da Ciência do Solo*, Campinas, 29: 609-618.

Torres, J.L.R.; Pereira, M.G.; Andrioli, I.; Fabian, A.J. (2008) Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 43 (3):421-428.

Trabuco, M. (2008) Produtividade de milho em plantio direto após plantas de cobertura. Tese (Mestrado em Agronomia) – Jaboticabal - SP, Universidade Estadual Paulista – UNESP, 54p.

Trinsoutrot, I.; Recous, S.; Bentz, B.; Lineres, M.; Cheneby, D.; Nicolardot, B. (2000) Biochemical quality of crop residues and carbon and nitrogen mineralization kinetics under nonlimiting nitrogen condution, *Soil Science Society of America Journal*, 64: 918-926.

USAID/RAP (2004) Post-harvest Handling of Baby Corn RAP Post-harest. Information: Bulletin: 8. Disponível em: <<http://www.marketag.com/ma/bulletins/babycorn.htm>.> Acesso em: agosto de 2005.

Van Raij, B.; Cantarella, H.; Quaggio, J.; Furlani, A.M.C. (1996) Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônômico & Fundação IAC, 285 p. (Boletim técnico, 100).

Vasconcelos, C. A.; Alves, V.M.C. Pereira Filho, I. A.; Pitta, G.V.E. (2001) Nutrição e Adubação do milho visando à obtenção do minimilho. Sete Lagoas: Centro

Nacional de Pesquisa Milho e Sorgo/Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, p.1-6.

Verma, S.S.; Mishra, S.N.; Bhatt, S.K. (1998) A preliminary observation on yield of maize cultivars for baby corn. *Agriculture Science Digest Karnal*. 18 (4):225- 227.

Vidal, R.A.; Theisen, G. (1999) Efeito da cobertura do solo sobre a mortalidade de capim-marmelada em duas profundidades no solo. *Planta Daninha*, 17:339-344.

Vidal, R.A.; Spader, V.; Fleck, N.G.; Merotto Jr., A. (2004) Nível de dano econômico de *Brachiaria plantaginea* na cultura do milho irrigado. *Planta Daninha*, 22:63-69.

Yadvinder-Singh; Bijay-Singh; Khind, C.S. (1992) Nutrient transformations in soils amended with green manures. *Advances in Soil Science*, New York, 20:237-299.

Yodpet, C. (1979) *Studies on sweet corn as potential young cob corn (Zea Mays, L.)*. Thesis (PhD) - University of the Philippines, Los Banos College, Laguna.

Weaver, D.B.; Rodriguezkabana, R.; Carden, E.L. (1995) Comparison of crop rotation and fallow for management of *Heterodera glycines* and *Meloidogone* spp. in soybean. *Journal of Nematology*, 27 (4): 585- 591.