

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

**EFEITO DAS LEGUMINOSAS COMO CULTURAS ANTECESSORAS AO
MILHO, PARA AGRICULTURA FAMILIAR**

YARA NAVES NOVAES

WALDO ALEJANDRO RUBÉN LARA CABEZAS
(Orientador)

Monografia apresentada ao Curso de
Agronomia, da universidade federal de
Uberlândia, para obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Uberlândia – MG
Dezembro - 2003

**EFEITO DAS LEGUMINOSAS COMO CULTURAS ANTECESSORAS AO
MILHO PARA AGRICULTURA FAMILIAR**

APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA EM 10/ 12 /2003

Prof. Dr. Waldo Alejandro Rubén Lara Cabezas
(Orientador)

Profa. Dra. Patrícia Guimarães Santos Melo
(Membro da Banca)

Prof. Dr. Maurício Martins
(Membro da Banca)

Uberlândia-MG

Dezembro -2003

ÍNDICE

RESUMO.....	3
1. INTRODUÇÃO.....	4
2. REVISÃO DE LITERATURA	6
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1. Local e caracterização da área experimental	12
3.2. Primeiro ano (safra 2001/2002)	12
3.3. Segundo ano (safra 2002/2003)	15
3.4. Análise estatística	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5. CONCLUSÕES	26
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

RESUMO

O presente trabalho foi conduzido em condições de campo, no Assentamento Rio das Pedras, localizado no município de Uberlândia-MG. Teve como objetivos, difundir a prática de adubação verde na agricultura familiar, analisar o comportamento de leguminosas forrageiras para produção de matéria seca e acúmulo de nitrogênio e avaliar a produtividade de milho, após a incorporação das leguminosas, na presença e ausência de adubo nitrogenado de cobertura. O estudo iniciou-se no ano agrícola 2001/2002, com quatro tratamentos de leguminosas: crotalária juncea, crotalária spectabilis, mucuna-preta e feijão-guandu, utilizou-se um delineamento de blocos casualizados, com duas repetições. Através de amostragens da parte aérea das plantas, observou-se que o tratamento com feijão-guandu obteve maior produção de matéria seca e acúmulo de nitrogênio. Após a colheita, foi realizada uma amostragem das palhadas das leguminosas, que se encontravam sobre o solo, havendo destaque novamente, para o feijão-guandu. Em seguida, foram feitas a incorporação dessas palhadas e a semeadura da cultura do milho. Com 20 dias da semeadura realizou-se uma divisão de cada parcela, para que uma parte desta, recebesse 60 kg ha⁻¹ de nitrogênio (uréia). Ao estimar a produtividade da cultura do milho em kg ha⁻¹ de cada subparcela, destacou-se os tratamentos com crotalária juncea e crotalária spectabilis. Já nos tratamentos sem uréia, o milho adquiriu uma produtividade próxima ao tratamento com uréia. Este trabalho, pode confirmar que, a adubação verde pode ser vista com sucesso pelo agricultor familiar pois, ela contribui com a economia de adubos químicos nitrogenados, bem como, no aumento de renda do produtor com as vendas das sementes.

1. INTRODUÇÃO

O produtor familiar trabalhando em pequena escala, sempre visa obter uma rentabilidade sustentável, por unidade de área. Diversifica sua renda, graças ao apoio de todo o grupo familiar, na realização de suas atividades, as quais são praticadas de forma manual ou com equipamentos precários.

A renda obtida pelo agricultor familiar, geralmente é baixa, pois o mesmo enfrenta barreiras como, falta de preparo técnico e baixa fertilidade de solo, que dificulta atingir a autosustentação. Porém, este quadro pode ser alterado com o apoio recebido de diversas entidades regionais.

A adubação verde consiste em incorporar ao solo ou deixar em cobertura plantas apropriadas, preferencialmente leguminosas, antes que completem o seu ciclo de vida. Ela pode ser uma excelente alternativa para a agricultura familiar, pois proporcionará um acréscimo na fertilidade do solo, contribuindo para a cultura seguinte, além de ser uma boa opção de renda, nas vendas de suas sementes.

Várias espécies de adubos verdes estão sendo estudadas especialmente quanto ao sistema radicular, capacidade de fixação de nitrogênio, reciclagem de nutrientes, produção de massa e facilidade de manejo. Dentre estas destacam-se as leguminosas, por apresentarem

relação C/N baixa, inferior a 20, o que favorece a liberação rápida de nitrogênio à cultura posterior.

Na cultura do milho, o nitrogênio é absorvido em todo o seu ciclo vegetativo, sendo essencial para o desenvolvimento e crescimento das plantas. Assim, um fator extremamente importante que deve ser levado em conta para a escolha da espécie a ser utilizada como adubo verde, é o seu potencial na fixação do nitrogênio. Além disto, deve-se dar preferência as que produzem maior volume de massa seca, menos sujeitas às pragas e moléstias e que possuem sementes relativamente uniformes e fáceis de serem semeadas com máquinas.

Os poucos trabalhos na intenção de selecionar os adubos verdes, indicados para os cerrados, levaram Pereira e Peres (1986) a recomendar, até que outros estudos mostrem novas leguminosas, as seguintes: a mucuna-preta (*Stylobium atterimum* Peper; Tracy), as crotalárias (*Crotalaria juncea* L. e *Crotalaria spectabilis* Roth), o feijão-guandu (*Cajanus cajan* L.), o feijão-de-porco, (*Canavalia ensiformis*, DC.) e o dolicho labe-labe (*Dolichos lablab* L.).

Este trabalho teve como objetivos, além de difundir a prática de adubação verde na agricultura familiar; analisar o comportamento de leguminosas forrageiras, para produção de massa de matéria seca e acúmulo de nitrogênio na parte aérea e avaliar a produtividade de milho, após a incorporação das leguminosas, na presença e ausência de adubo nitrogenado de cobertura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Para a manutenção de um sistema agrícola sustentável, é necessário que as condições químicas, físicas e biológicas do solo, sejam mantidas num nível adequado para as culturas. Para Derpsch et al. (1985), a principal causa da redução da produtividade dos solos é seu uso inadequado tendo como conseqüências diretas a erosão e reduções nos teores de matéria orgânica do solo. Tais problemas podem ser evitados através da prática da adubação verde. Cavaleri et al. (1963 apud Pereira; Peres, 1986), mostram que o adubo verde melhora o controle da erosão, assegura melhor retenção de água no solo, o que diminui os efeitos da seca, além de ocasionar maior resistência às plantas das culturas, quanto aos estragos causados pelos ventos e chuvas. Primavesi (1988), ainda afirma que, a adubação verde pode fornecer nitrogênio pela quantidade de massa verde produzida, mas pode, igualmente, ser usada para o combate de plantas invasoras, para supressão de nematóides, para o fornecimento de nutrientes disponíveis ou como “subsolador” vegetal.

Apesar de ser uma prática milenar, o interesse pela a adubação verde na região dos cerrados surgiu somente com o início da crise do petróleo, em 1974, quando os preços dos

fertilizantes químicos começaram a subir acima dos níveis até então praticados (Pereira; Peres, 1986 apud Melo, 1993).

As leguminosas são preferidas como adubos verdes por apresentarem relação C/N baixa, inferior a 20, o que facilita a ação dos microrganismos na sua decomposição. Além de promover rápida decomposição das leguminosas, a ação dos microrganismos não exerce forte concorrência com as plantas no aproveitamento do nitrogênio, imediatamente após a incorporação das leguminosas (Miyasaka et al., 1967 apud Pereira; Peres, 1986).

Na produção de cereais, o cultivo de leguminosas, como adubos verdes, durante o período de pousio, tem sido considerado alternativa promissora para atender à demanda de nitrogênio das culturas, considerando o seu potencial de fixação biológica de nitrogênio (Hammermeister, 1994 apud Scivittaro et al., 2000).

Pereira (1987 apud Melo, 1993) avaliou as características agronômicas de leguminosas para verificar seu potencial como adubo verde, especialmente com referência à produção de matéria seca das leguminosas consorciadas na época de floração do milho e também das cultivadas em pós-colheita do mesmo. Dentre as mais promissoras como adubo verde pela alta produção de biomassas e eficiente nodulação estão *Styrolobium aterrimum*, *Cajanus cajan*, *Crotalaria juncea*, *Crotalaria spectabilis*.

Wildner e Dadalto (1991) estudando várias espécies de plantas utilizadas como adubo verde observaram que a crotalária juncea destacou-se pela sua alta velocidade inicial de crescimento, muito embora, com seu porte ereto e pouca ramificação, tenha promovido uma cobertura do solo não proporcional ao seu ritmo de crescimento. Por outro lado, a

mucuna-preta, apesar de apresentar menor velocidade inicial de crescimento, promoveu rápida cobertura do solo, com suas folhas de tamanho avantajado.

Segundo os autores, para a produção de biomassa, é importante que se observe a relação talo/folha de cada espécie. No caso da crotalária juncea, o componente talo é o maior responsável pela elevada produção de biomassa total, enquanto que para a mucuna-preta, as folhas é que representam um percentual significativo. As folhas são importantes porque possuem elevados percentuais de nutrientes e a baixa relação C/N de seu tecido vegetal facilita a decomposição e rápida liberação dos nutrientes para as culturas de sucessão.

Fancelli et al. (1989) constataram que 30 dias após a emergência, a melhor cobertura do solo foi a do feijão-de-porco seguida pela mucuna-preta. Todavia, cobertura total da área foi observada para a mucuna-preta aos 45 dias após a emergência da cultura. Os maiores valores de produção de matéria seca foram proporcionados pela crotalária juncea, seguidos pelo feijão-guandu e feijão-de-porco. Com relação às plantas daninhas, evidenciou-se infestação reduzida nas parcelas ocupadas pelo feijão-de-porco, mucuna-preta e crotalária.

Kiehl (1960 apud Alcântara, 2000), em trabalho com feijão-guandu, feijão-de-porco, mucuna-preta, mucuna-rajada, crotalária juncea e crotalária paulinia, verificou que o feijão-guandu e crotalária juncea foram as espécies que mais se destacaram na produção de massa-verde e matéria-seca.

Alvarenga (1993 apud Alcântara, 2000), comparando diferentes adubos verdes, concluiu ser o feijão-guandu a espécie de maior potencial para penetração de raízes no solo,

maior produção de massa seca e maior quantidade de nutrientes imobilizados nas condições por ele estudadas.

Foram testados, em Pato Branco, PR, por três safras, 19 materiais buscando avaliar a cobertura do solo, a ocorrência de pragas, doenças e infestação de invasoras, concluindo-se que vários materiais testados apresentaram bom potencial de desenvolvimento na região Sudoeste do Paraná, destacando-se o feijão-guandu, o milheto, a crotalária juncea e a mucuna-preta. Outros materiais como o feijão-de-porco, labe-labe e a crotalária spectabilis podem ser empregados, mas com menor produção de fitomassa (Calegari et al. 1993).

Mello (1980) estudando as quantidades de nitrogênio fixado por algumas leguminosas, verificou que, em média, o feijão-guandu fixa 207 kg ha^{-1} , a mucuna-preta 157 kg ha^{-1} e a crotalária juncea 154 kg ha^{-1} .

Segundo Franco e Souto (1984 apud Viégas; Machado, 1990) a mucuna-preta e outras leguminosas fixam em média 188 kg ha^{-1} e que, em curto prazo, 50 % do nitrogênio do adubo verde são mineralizados estimando-se que, pelo menos 94 kg de nitrogênio sejam incorporados ao solo na área plantada. Os autores ainda consideram que, uma cultura de milho, produzindo 4 t ha^{-1} de grãos, deixa um saldo negativo de 51 kg ha^{-1} de nitrogênio.

Resultados favoráveis com o plantio da mucuna-preta foram também obtidos no controle da erosão. A rotação de mucuna-preta e milho, apresenta uma menor taxa de erosão, quando comparada ao plantio de “milho contínuo”, (FERRAZ et al. 1977 apud Viégas; Machado, 1990).

Calegari (1993), estudando por dois anos consecutivos o efeito de 15 adubos verdes de verão sobre o milho plantado em sucessão, comprovou que os melhores

resultados foram os dos materiais que produziram mais matéria seca, independente da relação C/N dessas fitomassas: *Crotalaria mucronata* (3.255 kg ha⁻¹) e *Pennisetum americanum* (3.149 kg ha⁻¹). As crotalárias *C. spectabilis* (2.465 kg ha⁻¹), *C. breviflora* (2.295 kg ha⁻¹) e a mucuna-preta (2.229 kg ha⁻¹) também levaram a uma produtividade do milho superior à testemunha (2.019 kg ha⁻¹).

Primavesi (1988) relata que a produtividade do milho colhido após sucessão com o milho foi de 2.100 kg ha⁻¹ e que milho colhido após o feijão-guandu e mucuna-preta foi de 3.000 kg ha⁻¹ e 4.500 kg ha⁻¹ respectivamente.

Ensaio realizado por Kage (1969 apud Miyasaka et al., 1984), comprovou a elevação dos rendimentos do milho proporcionado por leguminosas, como crotalária juncea e feijão-guandu. A produção chegou a 3.448 kg ha⁻¹ e 3.822 kg ha⁻¹, respectivamente.

Groffman et al. (1987 apud Amado et al., 2000) comparando fontes de nitrogênio, verificaram que as leguminosas disponibilizam menos N, de forma gradual do que os fertilizantes minerais. Segundo os autores, a dinâmica do nitrogênio das leguminosas é complexa, pois a associação do carbono com o nitrogênio nos resíduos governam o seu padrão de decomposição. Além disto, clima, preparo do solo e outras práticas de manejo tem potencialmente maior influência na disponibilidade de nitrogênio em um sistema baseado em leguminosas do que, em sistema baseado em fertilizantes minerais.

Oleynik (1984) afirma que a prática de adubação verde restringe-se pela falta de sementes no comércio e o alto preço deste insumo, os quais tem limitado a difusão e uso da mesma, principalmente junto ao pequeno produtor rural. O autor salienta, que através de um programa de difusão de adubação verde, o pequeno produtor rural organizado em

grupos informais em nível de comunidade rural, aliado à assistência técnica agropecuária e gerencial obterá a tecnologia de produção de sementes de adubação verde e também um esquema de multiplicação destas sementes, através de um sistema de empréstimo, o qual descaracteriza o paternalismo e facilita a difusão.

Hoje (2003), o programa de difusão da adubação verde, junto ao pequeno produtor rural, já existe em pequena escala, mas ainda continua a falta de sementes no comércio e o alto preço desse insumo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local e caracterização da área experimental

O experimento foi instalado no Assentamento Rio das Pedras, situado na BR 365, km 362, município de Uberlândia, MG, em uma propriedade de 17 ha.

A área do experimento era constituída de um Latossolo Vermelho-Escuro, textura argilosa, cuja ocupação anterior era de pastagem (*Brachiaria* sp).

Os resultados da análise química de solo, de subamostras coletadas aleatoriamente na área, antes da instalação do experimento, estão descritos na Tabela 1.

TABELA 1- Análise química do solo da área experimental antes da semeadura das espécies de leguminosas. Assentamento Rio das Pedras, Uberlândia 2001/2002.

Profundidade	PH	P	K	Ca	Mg	CTC	V	MO	S-sulfato
cm	água	---mg dm ⁻³ ---		---mmol _c dm ⁻³ ---			%	g kg ⁻³	mg dm ⁻³
00-20	5,8	1,2	55,9	7	7	44,4	35	27	1
20-40	5,5	1,1	37,8	4	4	41,3	22	26	1

P e K (HCL 0,05 N + H₂SO₄ 0,025 N); Ca e Mg (KCl 1,0 N); M.O (Walkley- Black)

3.2. Primeiro ano (safra 2001/2002)

Foram utilizados quatro tratamentos: crotalária juncea (*Crotalaria juncea*), crotalária spectábilis (*Crotalaria spectabilis*), mucuna-preta (*Stylobium atterimum*) e feijão-guandu (*Cajanus cajan*), em um delineamento de blocos casualizados (DBC) com duas repetições totalizando oito parcelas, sendo estas constituídas de 200 m² (20 m de comprimento x 10 m de largura), cada.

Em laboratório, as sementes das crotalárias, mucuna-preta e feijão-guandu passaram por uma prévia escarificação térmica (três minutos em água a 70 °C e um minuto em água fria), visando facilitar a germinação das mesmas.

Na pré-semeadura foram feitos o preparo do solo (aração e gradagem), para descompactação e eliminação de plantas invasoras e a correção do mesmo, realizada de acordo com os resultados da análise química, utilizando-se, a lanço, 1300 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT 93%).

Todas as parcelas com leguminosas foram adubadas com 400 kg ha⁻¹ da formulação 00-25-15 (100 kg ha⁻¹ P₂O₅ e 60 kg ha⁻¹ K₂O), no sulco do plantio.

A semeadura dos adubos verdes foi realizada manualmente, nos dias 30 de novembro de 2001 (parcelas com crotalária juncea) e 5 dezembro de 2001 (demais parcelas com leguminosas), sendo a densidade de semeadura, de cada espécie, representada na Tabela 2.

TABELA 2 - Densidade e espaçamento de sementeira das espécies de leguminosas.
Assentamento Rio das Pedras, Uberlândia 2001/2002.

Espécies	Espaçamento (m)	Sementes (m linear)	Sementes (m ²)
<i>C. juncea</i>	0,2	14	28
<i>C. spectabilis</i>	0,2	14	28
<i>S. atterimum</i>	0,2	6	12
<i>C. cajan</i>	0,2	14	28

Profundidade-2cm

Visando determinar a produção de matéria seca e acúmulo de nitrogênio das leguminosas, em cada parcela foram feitas três amostragens da parte aérea das plantas. As amostragens foram realizadas nos dias 19 de janeiro de 2002 (45 dias após sementeira), 22 de fevereiro de 2002 (79 dias após sementeira) e 02 de maio de 2002 (148 dias após sementeira). Somente na primeira e terceira amostragem foi determinado o N-acumulado na parte aérea.

As amostragens foram feitas utilizando-se um quadrante de 0,5 x 0,5 m (0,25 m²) sendo as plantas contidas no mesmo cortadas rente ao solo, armazenadas em sacos de papelão identificados e em seguida levadas ao laboratório, onde estas foram pesadas. Após a pesagem foram retiradas subamostras de 100 g, aproximadamente, as quais foram levadas para uma estufa de ar forçado a 60°C até adquirirem peso constante. Em seguida, foram retiradas e pesadas novamente, para determinação da massa de matéria seca. Depois, as subamostras foram moídas, armazenadas em sacos de papel e levadas para o laboratório de análise de solo da Universidade Federal de Uberlândia, para determinar o acúmulo de nitrogênio.

Após a colheita manual das leguminosas, iniciada no dia 30 de maio de 2002, a palhada foi incorporada ao solo com o uso de uma grade intermediária e uma niveladora,

para servir de adubo verde na próxima safra de milho. Antes da incorporação das leguminosas, foi avaliada a cobertura morta presente sobre o solo, no dia 23 de setembro de 2002, através do método do quadrante, já descrito anteriormente. Através da massa de matéria seca das leguminosas determinou-se a cobertura total da palhada no solo, por hectare, em cada parcela.

3.3. Segundo ano (safra 2002/2003)

Para a semeadura do milho, variedade “Sol da Manhã”, sobre as respectivas palhadas de leguminosas, efetuou-se uma adubação de plantio na dosagem de 409 kg ha⁻¹ de NPK na formulação 8-28-16 + 0,2 Zn (32,7 kg ha⁻¹ de N; 114,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 65 kg ha⁻¹ K₂O), bem como, um tratamento de sementes com o produto Semevin, na dosagem de 250 ml / 12,5 kg de sementes.

A semeadura do milho foi realizada no dia 21 de novembro de 2002, utilizando para isso uma semeadora tratorizada, marca “Vence Tudo”, versão 2 linhas de milho e 3 linhas de feijão. A densidade de semeadura do milho foi de 4 sementes por metro linear, com espaçamento nas entrelinhas de 0,8 m.

Com aproximadamente 20 dias do plantio do milho foi feita uma divisão de cada parcela, para que uma parte recebesse 60 kg ha⁻¹ de nitrogênio (1,4 kg ha⁻¹ de uréia, em apenas um lado da linha do milho) e a outra ficasse ausente desta adubação. Cada subparcela foi constituída de 100m² (10 m x 10 m), e ainda prevaleceu o delineamento de blocos casualizados (DBC) (Figura 1).

Após 92 dias da semeadura do milho foi feita uma amostragem com três repetições, em cada subparcela, visando retirar a parte aérea das plantas para análise da produção de

massa de matéria seca da cultura. A amostragem foi realizada com um quadrante de 1 m² (1 m x 1 m), o qual foi lançado, ao acaso, nas subparcelas e em seguida, coletadas todas as plantas contidas no mesmo. Depois das coletas, as plantas foram armazenadas em sacos de papelão, encaminhadas ao laboratório, sendo pesadas, trituradas, homogêneas e então, retiradas subamostras, as quais, devidamente identificadas foram levadas para a estufa de ar forçado a 60°C até adquirirem peso constante.

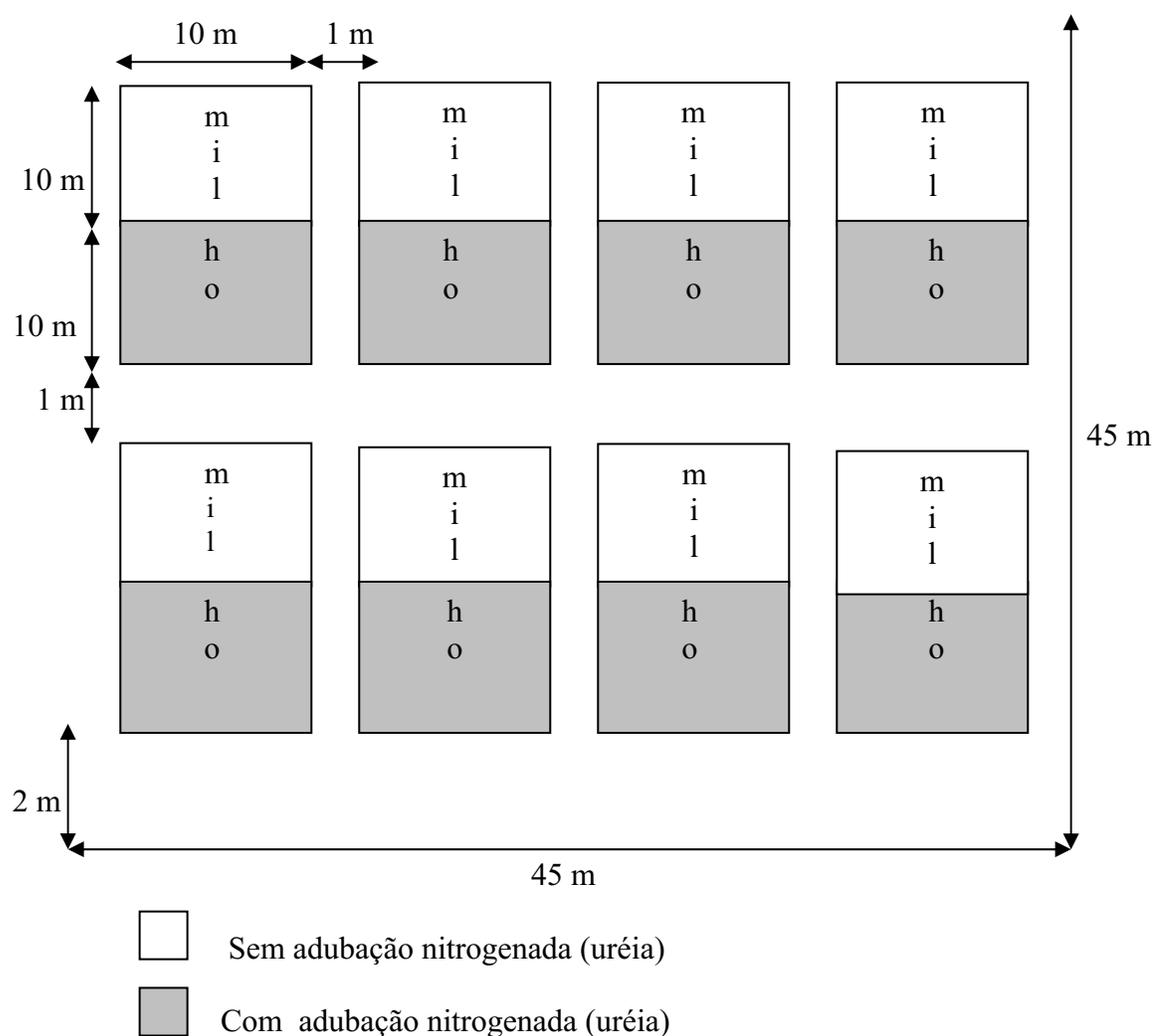


FIGURA 1 - Esquema de distribuição dos tratamentos com e sem adubação nitrogenada na cultura do milho, semeado nas parcelas das espécies de adubo verde incorporadas. Assentamento Rio das Pedras, Uberlândia (2002/2003).

A produtividade do milho foi determinada no dia 07 de abril de 2003, coletando-se todas as espigas de milho presentes em 3 linhas de 3m lineares, de cada subparcela. Em seguida, as espigas foram colocadas em sacos plásticos, já identificados, e encaminhadas para o laboratório da Universidade Federal de Uberlândia, onde foi realizada a contagem de espigas de cada amostra. Depois da contagem, as demais espigas foram debulhadas e pesadas para estimar a produtividade da cultura.

3.4. Análise estatística

Os dados referentes às produções de massa de matéria seca das leguminosas (safra 2001/2002), massa de matéria seca do milho (safra 2002/2003) e a produtividade deste foram analisados através da análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5%.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Figuras (2 e 3), observa-se a produção de matéria seca das leguminosas e a quantidade de nitrogênio acumulado pela parte aérea das mesmas, em função do tempo (dias após a semeadura).

Analisando a Figura 2, considerando o intervalo de 45 até 79 dias após a semeadura, a crotalária juncea foi a que mostrou maior crescimento de matéria seca ($14.792 \text{ kg ha}^{-1}$), seguida pelo feijão-guandu ($12.311 \text{ kg ha}^{-1}$), pela crotalária spectabilis (9195 kg ha^{-1}) e pela mucuna-preta (8.788 kg ha^{-1}). Estudos realizados por Wildner e Dadalto (1991) sobre adubos verdes de verão, mostrou que a crotalária juncea apresenta-se com grande velocidade inicial de crescimento, em detrimento das demais leguminosas, que se demonstraram com agressividade inicial lenta ou mediana. Aos 79 dias após a semeadura observa-se que todas as leguminosas atingiram o maior pico de produção destacando a crotalária juncea. Porém, sendo mensuradas aos 148 dias, com exceção do feijão-guandu, todas as outras espécies tiveram declínio na produção de matéria seca, em virtude da senescência do material foliar. Aos 148 dias após a semeadura, a crotalária juncea

apresentava formação de vagens, o que não ocorreu nessa época com o feijão-guandu, o qual se encontrava em plena produção de matéria seca. Este fato pode ser explicado devido à sementeira ter ocorrido em diferentes datas, em função da chuva ou pelo fato do feijão-guandu ser uma cultura de ciclo semi-perene. Mas, cabe salientar a expressiva produção de matéria seca da crotalária juncea, alcançada aos 79 dias após a sementeira e do feijão-guandu aos 148 dias, sendo então, excelentes alternativas de cobertura do solo para o agricultor familiar, além da possibilidade da colheita de sementes para uso interno e/ou comercialização.

Na Figura 3, encontram-se os resultados do acúmulo de nitrogênio das leguminosas, aos 45 e 148 dias após a sementeira. Pode-se notar que, inicialmente, houve destaque para a crotalária juncea, acumulando 101 kg ha^{-1} de nitrogênio, enquanto as demais não ultrapassaram 30 kg ha^{-1} de nitrogênio. Já aos 148 dias após a sementeira o feijão-guandu ultrapassou a crotalária juncea acumulando 295 kg ha^{-1} , representando uma taxa diária de acúmulo de nitrogênio de $2,8 \text{ kg ha}^{-1} \cdot \text{dia}$, entre os 45 e 148 dias após a sementeira.

A crotalária juncea, bem como, o feijão-guandu são considerados bons fixadores de nitrogênio por apresentarem um sistema radicular profundo e uma grande afinidade com as bactérias nativas do solo (*Rhizobium*), quando comparados com as demais leguminosas em estudo. Mas a crotalária juncea, quando analisada aos 148 dias após a sementeira já havia perdido grande parte de sua folhagem, predominando hastes fibrosas, o que poderia explicar a queda de 21 kg ha^{-1} de nitrogênio acumulado.

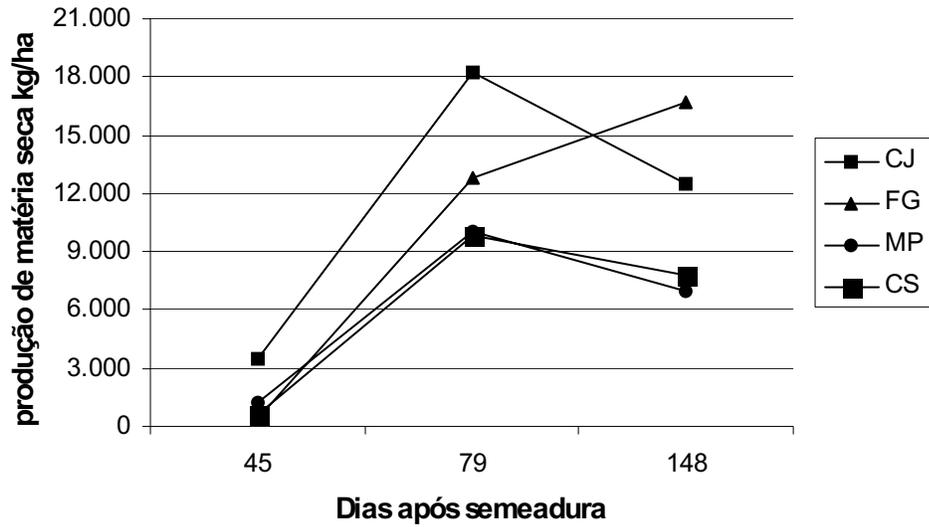


FIGURA 2 - Produção de massa de matéria seca das leguminosas: crotalaria juncea(CJ), crotalaria spectabilis(CS), feijão-guandu(FG) e mucuna preta(MP), após 148 dias da semeadura. Assentamento Rio das Pedras, Uberlândia (2001/2002).

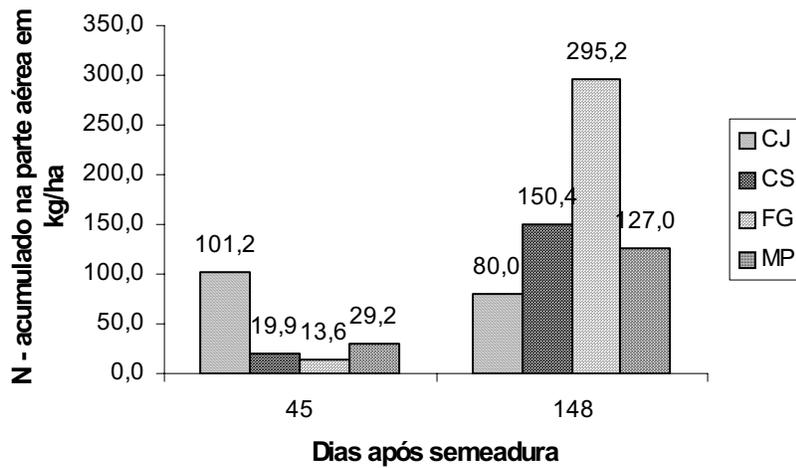


FIGURA 3 - Produção de N-acumulado das leguminosas: crotalaria juncea (CJ), crotalaria spectabilis (CS), feijão-guandu(FG) e mucuna preta (MP), após 45 e 148 dias da semeadura. Assentamento Rio das Pedras, Uberlândia (2001/2002).

A Tabela 3 mostra a quantidade de N-acumulado pelas leguminosas, em estudo, ao equivalente a uréia, sulfato de amônio e esterco de bovino na intenção de que o produtor compreenda melhor, a importância de introduzir as leguminosas na sua rotação de culturas.

TABELA 3- Equivalentes a uréia, sulfato de amônio e esterco de bovino como produtos a partir do N-acumulado por ha pelas leguminosas na parte aérea aos 148 dias após a semeadura. Assentamento Rio das Pedras, Uberlândia (2001/2002).

Espécie	Produto (sacas de 50 kg)		Produto (t)
	Uréia	Sulfato de amônio	Esterco de bovino
Crotalária juncea	3,56	8,00	7,27
Crotalária spectabilis	6,68	15,04	13,67
Feijão-guandu	13,12	29,50	26,48
Mucuna-preta	5,64	12,70	11,55

As equivalências foram feitas considerando 45 % de N na uréia, 20 % de N no sulfato de amônio, e 1,1 % de N no esterco de bovino.

Sabendo-se que 2,67 sacas de uréia ou 6,00 sacas de sulfato de amônio (equivalentes a 60 kg/ha de N) seriam necessárias para suprir a adubação de nitrogênio em cobertura para a cultura do milho, conforme a dosagem recomendada no experimento, considerando o estágio atual de fertilidade do solo, qualquer dessas leguminosas teria o potencial de ofertar N em quantidades suficientes ao milho, aos 148 dias após a semeadura.

Na Tabela 4, observa-se que, o feijão-guandu foi o adubo verde que apresentou maior produção de m.m.s., com 8.886 kg ha⁻¹, enquanto a crotalária juncea, a mucuna-preta e a crotalária spectabilis obtiveram menor produção, com 4.380 kg ha⁻¹, 3.839 kg ha⁻¹ e 3.095 kg ha⁻¹, respectivamente, não diferindo estatisticamente.

Quando foi realizada a amostragem de palhada das leguminosas havia ainda, nas parcelas com feijão-guandu, plantas em senescência. A amostragem foi então feita da parte aérea das mesmas e de folhas secas encontradas no solo, isto pode explicar as diferenças

entre os tratamentos. Mas Calegari (1990), citado por Calegari et al. (1993), testando 19 espécies diferentes de adubos verdes de verão, no sudoeste do Paraná, avaliou a massa seca das culturas, e concluiu que, o feijão-guandu foi a espécie de maior produção (14 t ha⁻¹), seguido pelo milho (10 t ha⁻¹) e pela crotalária juncea (10 t ha⁻¹).

TABELA 4 - Quantidade de massa de matéria seca da palhada das leguminosas. Assentamento Rio das Pedras, Uberlândia (2001/2002).

Tratamento	Massa de matéria seca (m.m.s.) kg ha ⁻¹
Crotalária juncea	4.380 b
Feijão-guandu	8.886 a
Mucuna preta	3.839 b
Crotalária spectábilis	3.095 b

Valores seguidos de letras diferentes na vertical diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. CV = 32.608 % D.M.S. 5 % = 2.742

Após a avaliação da massa de matéria seca do milho, observa-se na Tabela 5 que entre os tratamentos com leguminosas, o feijão-guandu e a crotalária spectábilis foram as que proporcionaram maior produção de m.m.s. do milho, com 15.764 kg ha⁻¹ e 15.276 kg ha⁻¹, respectivamente.

Pesquisas realizadas por Alcântara et al. (2000) sobre adubos verdes de verão, mostram o feijão-guandu como o maior produtor de massa de matéria seca proporcionando, assim, maiores conteúdos de nutrientes (13 t ha⁻¹). A autora ainda relata que, por ter o sistema radicular profundo e com boa habilidade de exploração do solo, essa leguminosa apresenta um grande potencial de reciclagem de nutrientes.

TABELA 5 - Produção de massa de matéria seca do milho sobre efeito da adubação verde e na presença e ausência de adubação nitrogenada. Assentamento Rio das Pedras, Uberlândia (2002/2003).

Tratamento	m.m.s.		Média
	Com N-uréia	Sem N-uréia	
Crotalária juncea	15.287 ab A	11.191 ab B	13.239 ab
Feijão-guandu	17.997 a A	13.532 a B	15.764 a
Mucuna-preta	11.432 b A	7.591 b B	9.511 b
Crotalária spectábilis	16.929 a A	13.624 a B	15.276 a
Média	15.411 A	11.485 B	

Valores seguidos de letras diferentes e minúsculas na vertical diferem entre si quanto ao adubo verde e letras diferentes e maiúsculas na horizontal, diferem quanto ao uso do adubo nitrogenado, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV = 18.785 % (leguminosas) D.M.S. 5 %= 3.947 (leguminosas)

CV = 30.264 % (nitrogênio) D.M.S. 5 %= 3.133 (nitrogênio)

A crotalária juncea contribuiu com uma produção intermediária de 13.239 kg ha⁻¹, enquanto a mucuna-preta foi a que obteve menor influência na produção de m.m.s. do milho, com 9.511 kg ha⁻¹.

Wildner e Dadalto (1991), já comprovaram que a mucuna-preta oferece uma boa cobertura de solo por apresentar folhas de tamanho avantajado, nas quais há uma elevada concentração de nutrientes, os quais servirão para a cultura seguinte. Porém, no experimento ela teve menor contribuição quanto à produção de m.m.s. do milho.

Este relato, deve-se ao fato de que a mucuna-preta foi a única dentre as leguminosas analisadas, que teve atraso na colheita. Devido a isto, as vagens começaram a abrir e as sementes foram lançadas ao solo. Assim, a mucuna-preta, no segundo ano do experimento, começou a competir com o milho por luz, fazendo com que o mesmo produzisse pouca m.m.s..

Observando os tratamentos com e sem uréia, pode-se notar que, para obter maior produção de m.m.s. do milho torna-se indispensável o uso do fertilizante químico, como complemento. A produção de m.m.s. do milho, com o uso da uréia, foi de 15.411 kg ha⁻¹ enquanto que, na sua ausência, a produção foi apenas de 11.485 kg ha⁻¹.

Isso também ocorreu no experimento realizado por Amado et al. (2000), em que o solo apresentava limitada capacidade de atender a demanda de nitrogênio exigida pela cultura principal, sendo por isto utilizadas outras fontes de nitrogênio como, leguminosas e adubação mineral. A combinação destas duas fontes pode contribuir para a sustentabilidade do agroecossistema.

Quando o milho já se encontrava com 136 dias, foi então analisado o efeito dos adubos verdes, bem como, o uso ou não de uréia na sua produtividade.

Na Tabela 6 observa-se que dentre as leguminosas, as que contribuíram como adubo verde na maior produtividade do milho foi a crotalária juncea com 3.998 kg ha⁻¹ e a crotalária spectabilis com 3.780 kg ha⁻¹. O feijão-guandu contribuiu com uma produtividade intermediária de 3.395 kg ha⁻¹ enquanto, a mucuna-preta foi a que menos influenciou, fazendo com que o milho adquirisse apenas 2.783 kg ha⁻¹.

Mello (1980), afirma que o nitrogênio é o elemento limitante na produtividade do milho, mas os adubos verdes conseguem suprir a exigência dessa cultura. O autor relata que, em média, o feijão-guandu fixa 207 kg ha⁻¹, a crotalária juncea 154 kg ha⁻¹ e segundo Miyasaka (1984 apud Monegat, 1991), a crotalária spectabilis fixa 154 kg ha⁻¹.

A atuação da mucuna-preta, como adubo verde, não condiz com os trabalhos realizados por Cavaleri et al. (1963 apud Miyasaka et al., 1984) nos quais tem-se esta

leguminosa como destaque na produção do milho. Isso deve ter ocorrido devido ao atraso da colheita já explicado anteriormente.

TABELA 6 - Produtividade do milho (safra 2002/2003) sobre efeito de adubos verdes e na presença e ausência de adubação nitrogenada. Assentamento Rio das Pedras, Uberlândia (2002/2003).

Tratamento	Produtividade kg ha ⁻¹		Média
	Com N-uréia	Sem N-uréia	
Crotalaria juncea	3.730 a A	4.268 a A	3.998 a
Feijão-guandu	3.463 ab A	3.327 ab A	3.395 ab
Mucuna-preta	3.473 b A	2.094 b A	2.783 b
Crotalaria spectabilis	3.780 a A	3.798 a A	3.788 a
Média	3.611 A	3.371 A	

Valores seguidos de letras diferentes e minúsculas na vertical diferem entre si quanto ao adubo verde e de mesma letras maiúsculas na horizontal, não diferem quanto ao uso do adubo nitrogenado, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV = 15.833 % (leguminosas) D.M.S. 5 % = 864 (leguminosas)

CV = 18.898 % (nitrogênio) D.M.S. 5 % = 508 (nitrogênio)

Analisando a Tabela 6, nota-se também que para a produtividade do milho, as leguminosas já conseguem suprir à demanda de nitrogênio exigido pela cultura, não necessitando assim, da uréia como complemento.

No tratamento sem uréia, o milho obteve uma produtividade de 3.371 kg ha⁻¹ não diferindo do tratamento com uréia, na qual obteve produtividade de 3.611 kg ha⁻¹.

Os adubos verdes disponibilizam o nitrogênio de forma gradual, quando comparados aos fertilizantes minerais, segundo Groffman et al. (1987 apud Amado et al., 2000). É provável ter sido esta a causa das espécies utilizadas no experimento, não terem contribuído para a produção de fitomassa do milho mas, ter conseguido suprir a demanda de nitrogênio exigida pelo mesmo, quanto à produtividade de grãos. Sendo então desnecessário o uso da uréia.

5. CONCLUSÕES

A maior produção de massa de matéria seca das leguminosas, avaliadas tanto a partir da parte aérea das plantas, quanto da palhada das mesmas, sobre o solo, foi o feijão-guandu. O mesmo também se destacou, quanto ao acúmulo de nitrogênio na parte aérea.

Na avaliação do milho, as leguminosas que mais contribuíram na produtividade do mesmo, foram a crotalária juncea e a crotalária spectabilis, seguida pelo feijão-guandu e mucuna-preta.

Todas as leguminosas conseguiram suprir à demanda de nitrogênio exigido pela cultura do milho, não necessitando de uréia, como complemento.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, F. A. de; NETO, A. E. F.; PAULA, M. B. de; MESQUITA, H. A. de; MUNIZ, J. A. de. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um latossolo vermelho-escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 2, p. 277-288, 2000.

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; FERNANDES, S. B. V. Leguminosas e adubação mineral como fontes de nitrogênio para o milho em sistema de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa-MG, v.24, n. 1, p. 179-189, 2000.

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A.; WILDNER, P. L.; ALCÂNTARA, P. B. **Adubação verde no Sul do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: AS-PTA: Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 1993. 346 p.

CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia Univ. Press., 1981. 1262 p.

DERPSH, R.; SIDIRAS, N.; HEINZMANN, F. X. Manejo do solo com coberturas de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 7, p. 761-733, 1985.

FANCELLI, A. L.; MENTE, E. M.; FAVARIM, J. L. Avaliação da influência de diferentes espaçamentos sobre a produção de fitomassa e capacidade de recobrimento do solo de alguns adubos verdes cultivados na região de Piracicaba-SP. In: ENCONTRO PAULISTA DE PLANTIO DIRETO, 2., 1989, São Paulo. **Resumos...** São Paulo, 1989. p.166.

MELO, L. C. **Avaliação da produtividade de adubos verdes em monocultivo e consorciado com o milho (*Zea mays* L.)**. 1993. 83 p. Monografia (Graduação) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG.

MELO, P. G. S. **Efeito da adubação verde na produtividade do milho (*Zea mays* L.)**. 1993. 56 p. Monografia (Graduação) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG.

MELLO, F. A. F. Quantidade de nitrogênio fixada por algumas leguminosas no Estado de São Paulo. **Revista de Agricultura**, v. 55, n. 1/2, p.41-42, 1980.

MIYASAKA, S.; CAMARGO, O. A. de; CAVALERI, P. A.; GODOY, I. J. de; WERNER, J. C.; CURI, S. M. Estudos da adubação verde no controle de nematóides na Alta Mogiana. In: ADUBAÇÃO ORGÂNICA, ADUBAÇÃO VERDE E ROTAÇÃO DE CULTURAS NO ESTADO DE SÃO PAULO, 1984, São Paulo. **Resumos...** São Paulo: Fundação Cargill, 1984. p.22-43.

OLEYNIK, J. Bases para um programa de difusão da adubação verde: multiplicação das sementes através da extensão rural. In: ADUBAÇÃO VERDE NO BRASIL, 1984, Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro: Fundação Cargill, 1984. p. 340.

PEREIRA, J.; PERES, J. R. R. Manejo da matéria orgânica. In: GOEDERT, W. J. **Solos dos Cerrados: tecnologia e estratégia de manejo.** São Paulo: Nobel, 1986. p. 267.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo.** 9. ed. São Paulo: Nobel, 1988. 529 p.

SCIVITTARO, W. B.; MURAOKA, T.; BOARETTO, A. E. Utilização de nitrogênio de adubos verde e mineral pelo milho. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa-MG, v. 24, n. 4, p. 917-926, 1986.

VIÉGAS, G. P.; MACHADO, D. A. **Rotação de Culturas.** São Paulo, 1990. 28 p.

WILDNER, L. P.; DADALTO, G.G. Adubos verdes de verão para o oeste catarinense.

Agropecuária Catarinense, Florianópolis, v.4, n. 3, p. 36-40, 1991.