

**ADUBOS VERDES:
EFEITOS NO RENDIMENTO E NO NITROGÊNIO DO
MILHO EM PLANTIO DIRETO E CONVENCIONAL**

Arninda Moreira de Carvalho
Roberto Guimarães Carneiro
Renato Fernando Amabile
Sylvio Tullio Spera
Francisco Henrique Martins Damaso



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Cerrados
Ministério da Agricultura e do Abastecimento*

**ADUBOS VERDES:
EFEITOS NO RENDIMENTO E NO NITROGÊNIO DO
MILHO EM PLANTIO DIRETO E CONVENCIONAL**

**Aminda Moreira de Carvalho
Roberto Guimarães Carneiro
Renato Fernando Amabile
Sílvio Túlio Spera
Francisco Henrique Martins Damaso**

ISSN 1518-0417

Boletim de pesquisa - Embrapa Cerrados

Planaltina

n. 7

p.1-20

dez. 1999

Copyright © Embrapa - 1999
Embrapa Cerrados. Boletim da pesquisa, 7

Exemplares desta publicação podem ser solicitados a:

Embrapa Cerrados
BR 020, km 18, Rodovia Brasília/Fortaleza
Caixa Postal 08223
CEP 73301-970 - Planaltina, DF
Telefone (61) 388-9898 - Fax (61) 388-9879

Tiragem: 200 exemplares

Comitê de Publicações:

Eduardo Delgado Assad (Presidente), Maria Alice Bianchi, Daniel Pereira Guimarães, Leide Rovênia Miranda de Andrade, Marco Antonio de Souza, Carlos Roberto Spehar, José Luis Fernandes Zoby e Nilda Maria da Cunha Sette (Secretária-Executiva).

Coordenação editorial: Nilda Maria da Cunha Sette

Revisão gramatical: Maria Helena Gonçalves Teixeira
Nilda Maria da Cunha Sette

Normalização bibliográfica: Maria Alice Bianchi

Diagramação e arte-final: Wellington Cavalcanti

Capa: Wellington Cavalcanti

Fotos: Welminton Fábio Ribeiro

Impressão e acabamento: Jaime Arbués Carneiro

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação do Copyright © (Lei nº 9.610).

C331u

Carvalho, Arminda Moreira de.

Adubos verdes: efeitos no rendimento e no nitrogênio do milho em plantio direto e convencional / Arminda Moreira de Carvalho ... [et al.]. - Planaltina : Embrapa Cerrados, 1999.

20p. - (Boletim da pesquisa / Embrapa Cerrados, ISSN 1518-0417; n.7).

1. Adubo verde - Nitrogênio. 2. Adubo verde - Milho - Rendimento. 3. Plantio direto. I. Carvalho, Arminda Moreira de. II. Título. III. Série.

631.874-CDD 21

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	7
MATERIAL E MÉTODOS	8
RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
<i>Produção de biomassa dos adubos verdes</i>	11
<i>Teores de nitrogênio na parte aérea e sua absorção pelos adubos verdes</i>	12
<i>Efeitos dos adubos verdes e dos sistemas de preparo sobre o rendimento e o nitrogênio do milho</i>	14
CONCLUSÕES	16
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16

ADUBOS VERDES: EFEITOS NO RENDIMENTO E NO NITROGÊNIO DO MILHO EM PLANTIO DIRETO E CONVENCIONAL

Arminda Moreira de Carvalho¹; Roberto Guimarães Carneiro²; Renato Fernando Amabile¹; Sílvio Túlio Spera¹; Francisco Henrique Martins Damaso³

RESUMO - O uso de adubos verdes contribui para o manejo adequado dos solos, principalmente, devido à fixação biológica de nitrogênio, enriquecimento da sua fração orgânica, aumento da atividade biológica, melhoria da fertilidade e proteção contra a erosão e a radiação solar intensa, comuns na entressafra e no início do período chuvoso do Cerrado. Esse trabalho objetiva avaliar os efeitos de adubos verdes sobre o rendimento e o nitrogênio do milho semeado nos sistemas de plantio direto e convencional, em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico ácrico textura argilosa. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e três repetições. Os tratamentos nas parcelas foram as espécies *Raphanus sativus* L., *Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown, *Helianthus annuus* L., *Cajanus cajan* (L.) Millsp., *Mucuna pruriens* (L.) DC, *Canavalia brasiliensis* M. e Benth, *Crotalaria ochroleuca* G e a vegetação espontânea. Nas subparcelas, foram testados os sistemas com preparo e sem preparo do solo. A semeadura das espécies foi efetuada no final da estação chuvosa, e as amostragens para avaliações de biomassa e teores de nutrientes na parte aérea foram realizadas no estágio de floração de cada espécie. O milho foi semeado no início do período chuvoso e amostraram-se a folhíndice no embonecamento e a parte aérea do milho para determinação dos teores e absorção de nitrogênio e do rendimento de grãos. As espécies influenciaram no rendimento de grãos do milho, destacando-se a *Canavalia brasiliensis*, a *Mucuna pruriens* e a *Crotalaria ochroleuca*, as quais também resultaram em maior acúmulo de

¹ Embrapa Cerrados. (arminda@cpac.embrapa.br).

² Emater-DF, SAIN, Parque Rural, CEP 70620-000, Brasília, DF.

³ Engenheiro Agrônomo autônomo.

nitrogênio nos grãos de milho. O rendimento e a quantidade de nitrogênio nos grãos de milho foram maiores no plantio direto. Não ocorreram interações significativas entre as espécies e os sistemas de preparo do solo. Nessas condições, a *Canavalia brasiliensis*, a *Mucuna pruriens* e a *Crotalaria ochroleuca* mostraram maior potencial de uso antecedendo o milho.

Palavras-chave: adubos verdes, espécies de cobertura, sucessão de cultivos, nitrogênio, plantio direto.

GREEN MANURES: EFFECTS ON MAIZE YIELD AND MAIZE NITROGEN UNDER NO TILL AND CONVENTIONAL TILLAGE SYSTEMS

ABSTRACT - The use of green manures contribute to more rational and sustainable soil management, increasing the soil organic matter, soil biological activity, soil fertility and soil protection against erosion and intense solar radiation. Cover crops are can be used during the fallow and begining of rainy season in Cerrado region. The present study dimed to evaluate the effects of green manure species and spontaneous weeds on the maize yields, under no till and conventional tillage systems. The soil is an Acrustox. The species that increased the maize production were *Canavalia brasiliensis*, *Mucuna pruriens* and *Crotalaria ochroleuca*. Maize plants succeding these species showed higher N acumulation in the grains. Maize yield and N acumulation were higher under no till system. No interactions between crop systems and species of green manures were observed. *Canavalia brasiliensis*, *Mucuna pruriens* and *Crotalaria ochroleuca* showed best potential as green manure in sucession with maize.

Key words: green manure, cover crops, crop sucession, nitrogen, no tillage.

INTRODUÇÃO

O uso de adubos verdes pode elevar a capacidade produtiva dos solos do cerrado pelo aumento da matéria orgânica, que é o seu principal componente de fertilidade, e pela ciclagem de nutrientes. Os sistemas de manejo que minimizam as práticas mecânicas de preparo e maximizam o retorno dos resíduos vegetais ao solo têm sido os mais recomendáveis para controlar os problemas de degradação e melhorar a eficiência do uso de nutrientes e, conseqüentemente, o rendimento da cultura comercial. A solubilização e absorção de nutrientes pouco solúveis, ciclagem de nutrientes, redução ou eliminação do alumínio trocável também são efeitos a serem considerados na melhoria da fertilidade dos solos do Cerrado. Quando leguminosas são usadas, ocorre a adição de quantidades significativas de N ao sistema, pelo processo de fixação biológica (Gloria et al., 1980; Le Mare et al., 1987; Bowen et al., 1988; Quintana et al., 1988; Carsk, 1989; De-Polli & Chada, 1989; Ae et al., 1991; Ceretta et al., 1994; Silva et al., 1997; Burle et al., 1997; Harada et al., 1998).

Nos últimos anos, houve expansão significativa do plantio direto no Cerrado, estimando-se que atualmente cerca de três milhões de hectares sejam cultivados nesse sistema (Freitas, 1999). Na maior parte dessas áreas, o plantio direto é efetuado diretamente sobre a palha da cultura comercial anterior e das plantas invasoras. O uso de espécies de cobertura eficientes no controle das invasoras (Damaso et al., 1999) resulta na redução do emprego de herbicidas.

O cultivo de adubos verdes na entressafra é uma prática para melhoria da qualidade física, química e biológica do solo. Mas, para desenvolvimento adequado nesse período, as espécies devem apresentar crescimento inicial rápido, tolerância à seca e adaptação a solos de baixa fertilidade. Busca-se a produção de biomassa adequada, preservando ou aumentando a atividade biológica desses solos e, conseqüentemente, elevando a produtividade das culturas subseqüentes (Pereira et al., 1992).

Trabalhos desenvolvidos, no Cerrado, sugerem como promissores para cultivo em sucessão ao milho, principalmente pelo

fornecimento de nitrogênio: o feijão-bravo-do-ceará (*Canavalia brasiliensis*), o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*), o feijão-guandu (*Cajanus cajan*), a mucuna-preta (*Mucuna aterrima*), a *Crotalaria juncea* e a *Crotalaria ochroleuca* (Burle et al., 1988; Bowen et al., 1988; Quintana et al., 1988; Burle et al., 1992; Carvalho et al., 1996; Amabile et al., 1999). A *Crotalaria juncea* apresenta maior produção de biomassa quando semeada no início das chuvas, a *Crotalaria ochroleuca* para cultivos em meados do período chuvoso, a *Mucuna aterrima* e o *Canavalia brasiliensis* para o final desta estação. A produção de biomassa do guandu é reduzida à medida que se desloca a semeadura do início para o final do período chuvoso (Pereira, 1985; Amabile et al., 1996; Amabile et al., 2000).

Este trabalho tem como objetivos avaliar a produção de matéria seca e o nitrogênio na parte aérea dos adubos verdes, e seus efeitos sobre o rendimento de grãos, teor e acúmulo de nitrogênio no milho cultivado em sucessão no Cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Embrapa Cerrados, Planaltina (DF), em Latossolo Vermelho-Amarelo, distrófico, ácrico, textura argilosa, durante o ano agrícola 1997/1998. Os resultados das análises físicas e químicas foram: pH em H₂O, 6,2; M.O., 23,6 g dm⁻³; Al⁺³, 0,01 cmol_c dm⁻³; Ca⁺² + Mg⁺², 3,3 cmol_c dm⁻³; H⁺ + Al⁺³, 3,34 cmol_c dm⁻³; P, 3,4 mg dm⁻³; K⁺², 0,11 cmol_c dm⁻³; areia grossa, 48,1 g kg⁻¹; areia fina, 253,8 g kg⁻¹; silte, 186,3 g kg⁻¹; argila, 84,2 g kg⁻¹. O clima, conforme a classificação de Köppen, é do tipo Aw, caracterizando-se pela ocorrência de duas estações bem definidas (seca e chuvosa), além de esporádicos períodos de estiagem durante a estação chuvosa denominados veranicos. A Figura 1 mostra a distribuição de chuvas e a temperatura média durante o ano agrícola 1997/1998.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e três repetições. Nas parcelas, foram semeadas as espécies de adubos verdes: nabo forrageiro (*Raphanus*

sativus L.), milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Brown), girassol (*Helianthus annuus* L.), guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), mucuna-cinza (*Mucuna pruriens* (L.) DC), feijão-bravo-do-ceará (*Canavalia brasiliensis* M. e Benth), crotalária ocreleuca (*Crotalaria ochroleuca* G). Nas subparcelas, estabeleceram-se os dois sistemas de preparo (com preparo do solo e plantio direto). Utilizou-se a vegetação espontânea incorporada como testemunha.

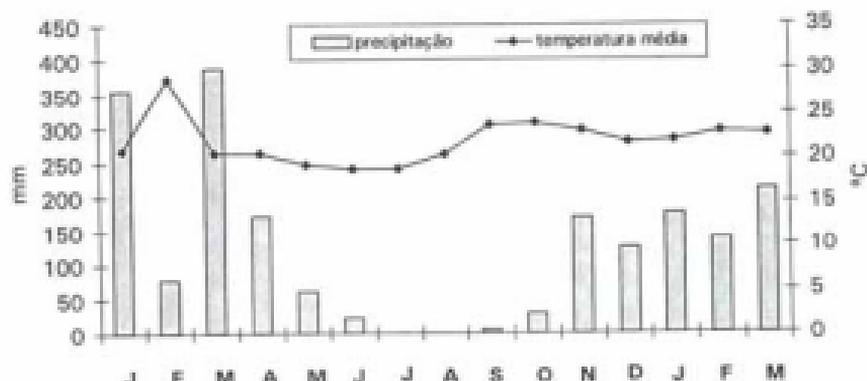


Fig. 1. Distribuição de chuvas e temperatura média durante o experimento, no ano agrícola 1997/1998.

Na fase de implantação do experimento, efetuou-se adubação corretiva a lanço com 180 kg ha^{-1} de P_2O_5 na forma de superfosfato simples, 60 kg ha^{-1} de K_2O através do cloreto de potássio e 50 kg ha^{-1} de fritas através do produto comercial FTE BR-10 (8,5% ZnO ; 9,0% B_2O_3 ; 1,2% CuO ; 7,0% Fe_2O_3 ; 16,0% MnO_2 ; 0,2% MoO_3 ; 0,2% CoO). Essa mistura de fertilizantes foi incorporada com o arado de discos durante o preparo do solo para a semeadura das espécies de adubos verdes a qual foi efetuada na última semana de fevereiro de 1997. As sementes de feijão-bravo-do-ceará foram escarificadas para superar a dormência e uniformizar a germinação. Utilizaram-se as seguintes densidades de semeadura: 0,20 m de espaçamento entre linhas e 45 plantas/m para nabo forrageiro e milho; 0,80 m de espaçamento entre linhas e 4 plantas/m para o

girassol; 0,40 m de espaçamento entre linhas e 20 plantas/m para o guandu; 0,40 m de espaçamento entre linhas e 10 plantas/m para a mucuna-cinza e o feijão-bravo-do-ceará; 0,40 m de espaçamento entre linhas e 20 plantas/m para a *Crotalaria ochroleuca*.

As avaliações de biomassa e de nutrientes, na parte aérea, foi feita na floração (50%), amostrando área de 1 m², com duas repetições em cada subparcela. Em seguida, o restante das plantas foi roçado e mantido como cobertura até a semeadura do milho. Antes dessa semeadura, foi realizada amostragem do solo a 20 cm de profundidade para análise de fertilidade, segundo metodologia da Embrapa (1997) a qual resultou em: pH em água = 5,7; Al⁺³ = 0,7 cmol_c dm⁻³; Ca⁺² + Mg⁺² = 32,4 cmol_c dm⁻³; P = 4,43 mg dm⁻³; K⁺ = 0,10 cmol_c dm⁻³; H + Al = 41,9 cmol_c dm⁻³.

Nas subparcelas de plantio direto, foi aplicado o herbicida glifosato (3 l/ha) antes da semeadura do milho, sendo que a pulverização foi repetida para o feijão-bravo-do-ceará e guandu, com associação de glifosato e 2,4-D (amina), em consequência da resistência dessas espécies ao glifosato.

Realizou-se aplicação de 500 kg ha⁻¹ de gesso em todo o experimento, incorporando-o com arado de discos, juntamente com os adubos verdes nas subparcelas sob o sistema com preparo do solo, efetuando-se, em seguida, uma gradagem niveladora.

O milho híbrido de ciclo curto (Cargill 901) foi semeado em 20 de novembro de 1997, na população de 55.000 plantas ha⁻¹. Aplicaram-se 20 kg ha⁻¹ de N, 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 80 kg ha⁻¹ de K₂O na linha de semeadura, além de 50 kg ha⁻¹ de N e 60 kg ha⁻¹ de K₂O em cobertura, quando o milho despontou a sexta folha. Essa dose de nitrogênio foi repetida quando a cultura apresentou o oitavo par de folhas.

A amostragem foliar da cultura do milho foi realizada no embonecamento, coletando quinze folhas na inserção da espiga (folha-índice), em cada subparcela (Malavolta, 1989). No estágio de maturação da cultura, efetuou-se a amostragem da parte aérea para determinação da biomassa e da absorção de nitrogênio na parte aérea, coletando-se 1 m² em cada subparcela. Para avaliação do

rendimento de grãos, foram colhidas 4 linhas de 4 m de comprimento em cada subparcela. A umidade dos grãos foi corrigida para 13%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produção de biomassa dos adubos verdes

O girassol apresentou as maiores produções de matéria verde e seca. O feijão-bravo-do-ceará e o milheto estão entre as espécies que também produziram maior quantidade de matéria seca, à frente da mucuna-cinza, crotalária ocreleuca e do guandu (Tabela 1). Esses resultados concordam com Burle et al. (1992) que relataram maiores produções de massa seca para feijão-bravo-do-ceará e mucuna em relação ao guandu, quando semeadas no final do período chuvoso no Distrito Federal. Na região de Goiânia, o feijão-bravo-do-ceará apresentou comportamento similar, enquanto o guandu produziu quantidades de matéria seca bem mais elevadas (Amabile et al., 1996; Amabile et al., 2000). O baixo rendimento de matéria seca do guandu pode ter ocorrido em consequência, principalmente do fotoperíodo, já que essa espécie apresenta boa tolerância ao déficit hídrico (Alvarenga, 1993). O nabo forrageiro também produziu pouca matéria seca, possivelmente, pela fertilidade do solo, que ainda apresentava-se relativamente baixa para essa espécie, a qual acumula quantidades elevadas de macronutrientes na sua parte aérea (Carvalho & Andrade, 1998).

A precipitação acumulada até o corte do feijão-bravo-do-ceará (espécie de ciclo mais longo), realizada na primeira quinzena de agosto, foi de 645 mm. A maior concentração das chuvas ocorreu nos meses de março e abril (Figura 1), período de demanda hídrica mais acentuada para a maioria das espécies. Portanto, o déficit hídrico não deve ter limitado o desenvolvimento e a produção de biomassa dos adubos verdes.

TABELA 1. Produção de biomassa pelas espécies de adubos verdes cultivadas na entressafra, em Planaltina, DF, ano agrícola 1997/1998.

Espécies	Matéria verde Matéria seca	
	----- kg ha ⁻¹ -----	
Girassol (<i>Helianthus annuus</i> L.)	38367a	5409a
Feijão-bravo-do-ceará (<i>Canavalia brasiliensis</i>)	17567bcd	4580ab
Milheto (<i>Pennisetum glaucum</i> (L.)	24542b	4162abc
Mucuna-cinza (<i>Mucuna pruriens</i> (L.) DC)	19658b	3429bcd
Crotalária oroleuca (<i>Crotalaria ochroleuca</i> G.	17750bc	2963cde
Guandu cv. Kaki (<i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp)	8900e	2085def
Vegetação espontânea	10217ed	1941ef
Nabo forrageiro (<i>Raphanus sativus</i> L.)	11493cde	1127f
CV. %	14	17

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

Teores de nitrogênio na parte aérea e sua absorção pelos adubos verdes

A crotalária oroleuca, o guandu, a mucuna-cinza e o nabo forrageiro apresentaram altos teores de nitrogênio na parte aérea, enquanto o feijão-bravo-do-ceará e a vegetação espontânea mostraram teores intermediários desse nutriente. O milheto e o girassol demonstraram os mais baixos teores de nitrogênio na parte aérea (Tabela 2). Essa variação de nitrogênio, na parte aérea das espécies de adubos verdes, provavelmente deve-se a fatores edafoclimáticos relacionados à época de semeadura e à fixação biológica de nitrogênio pelas leguminosas (De-Polli & Chada, 1989). Amabile et al. (1999) consideram que a época de semeadura afeta diferentemente a concentração de nitrogênio na parte aérea das leguminosas, a qual aumenta para as espécies que apresentam redução na produção de fitomassa seca, resultando em maior concentração de nitrogênio na massa.

O feijão-bravo-do-ceará, o girassol e a mucuna-cinza absorveram quantidades elevadas de nitrogênio. O nabo forrageiro, a vegetação espontânea, o milheto e o guandu tiveram os menores valores de absorção desse nutriente (Tabela 2). O nabo forrageiro, mesmo com teor adequado de nitrogênio na parte aérea, apresentou absorção reduzida devido à sua baixa produção de matéria seca. Amabile et al. (2000) observaram reduções na absorção de nitrogênio com o atraso na semeadura, acompanhando a queda na produção de matéria seca. Nesse trabalho, as espécies semeadas no início de março que absorveram maiores quantidades de nitrogênio em relação à mucuna-preta foram: o guandu, a crotalária juncea e a crotalária oroleuca. A absorção de nitrogênio é um aspecto da fertilidade do solo e nutrição de plantas a ser destacado, já que expressa mais realisticamente a quantidade desse nutriente que retornará ao solo, com possibilidade de ser utilizado pela cultura em sucessão.

TABELA 2. Teor de nitrogênio na parte aérea e absorção de nitrogênio pelos adubos verdes, Planaltina, DF, ano agrícola 1997/1998.

Espécies	Teor de N	N na parte aérea
	----- g kg ⁻¹ -----	----- kg ha ⁻¹ -----
Crotalária oroleuca	28,3a	82ab
Guandu cv. Kaki	27,9ab	58bc
Mucuna-cinza	26,6abc	92a
Nabo forrageiro	25,3abc	28c
Feijão-bravo-do-ceará	23,3bcd	107a
Vegetação espontânea	22,2cd	43c
Girassol	18,7d	101a
Milheto	12,8e	53bc
C.V. (%)	6	21

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

Efeitos dos adubos verdes e dos sistemas de preparo sobre o rendimento e o nitrogênio do milho

Os adubos verdes influenciaram significativamente nos teores de nitrogênio na folha-índice do milho e as quantidades acumuladas na planta e nos grãos dessa cultura (Tabela 3).

O girassol e a vegetação espontânea resultaram nos teores mais baixos de nitrogênio na folha-índice do milho, enquanto as demais espécies igualaram-se significativamente.

O milheto e o girassol proporcionaram as menores quantidades de nitrogênio na parte aérea do milho. O feijão-bravo-do-ceará e a mucuna-cinza, seguidos pela crotalária ocreleuca resultaram nas maiores quantidades de nitrogênio nos grãos do milho, sendo que o girassol e a vegetação espontânea proporcionaram os menores valores de nitrogênio nos grãos.

Os adubos verdes também influenciaram significativamente no rendimento do milho (Tabela 4). As espécies que resultaram nos menores teores de nitrogênio na parte aérea do milho refletiram-se nos rendimentos mais baixos dessa cultura. Por outro lado, aquelas que resultaram nas quantidades mais elevadas de nitrogênio na parte aérea e nos grãos do milho, como a mucuna-cinza e o feijão-bravo-do-ceará, proporcionaram os maiores rendimentos dessa cultura.

Os efeitos positivos das leguminosas sobre o rendimento do milho devem-se, principalmente ao seu maior acúmulo de nitrogênio pela fixação biológica e posterior fornecimento à cultura (Quintana et al., 1988; Bowen et al., 1988; Carsk, 1989; De-Polli & Chada, 1989; Burle et al., 1992; Ceretta, 1994).

Observaram-se efeitos significativos dos sistemas de preparo sobre a quantidade de nitrogênio nos grãos e sobre o rendimento da cultura do milho (Tabelas 3 e 4). O sistema de plantio direto resultou em maiores quantidades de nitrogênio nos grãos e rendimentos mais elevados do milho. Mas, para os sistemas de preparo avaliados, esse resultado é pouco conclusivo, pois necessita-se de um longo período para definição dos seus efeitos. Por exemplo, experimento desenvolvido em casa-de-vegetação mostrou maior acúmulo de N no solo pela mucuna-preta incorporada do que quando mantida na superfície (Costa et al., 1990).

TABELA 3. Teor médio de nitrogênio na folha-índice e quantidade de nitrogênio acumulado na planta (parte aérea) e grãos de milho semeado em sucessão às espécies de adubos verdes em Planaltina, DF ano agrícola 1997/1998.

Espécie	Folha	Planta	Grãos		
			Incorp.	PO	Média
	-- g kg ⁻¹ --		----- kg ha ⁻¹ -----		
Mucuna-cinza	28,7a	92,7a	129	135	132a
Feijão-bravo-do-ceará	26,9ab	72,3ab	141	127	134a
Guandu cv. kaki	26,7ab	61,8ab	94	102	98bc
Crotalária oroleuca	26,4ab	67,2ab	119	119	119ab
Milheto	25,7ab	40,5b	85	106	96bc
Nabo forrageiro	25,2ab	58,3ab	97	106	102bc
Girassol	24,6b	49,0b	75	83	79c
V. espontânea	24,0b	63,2ab	72	92	82c
Média dos sistemas			101B	109A	
CV. %	7	16			10

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

TABELA 4. Rendimento de grãos do milho cultivado em sucessão às espécies de adubos verdes, em sistemas de plantio direto e com incorporação em Planaltina, DF ano agrícola 1997/1998.

Espécie	Incorporação	Plantio direto	Média
			----- kg ha ⁻¹ -----
Feijão-bravo-do-ceará	9623	9198	9410a
Mucuna-cinza	9001	9445	9223a
Crotalária oroleuca	8668	8936	8802ab
Guandu cv. kaki	7871	8272	8071bc
Milheto	7703	8362	8032bc
Nabo forrageiro	7934	7917	7925bc
V. espontânea	6860	7672	7266c
Girassol	6868	7596	7232c
Média dos sistemas	8066B	8424A	
CV. (%)			6

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna ou maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Não ocorreram interações significativas entre as espécies de adubos verdes e os sistemas de preparo.

Para recomendar uma sucessão de cultivos adequada, destaca-se a necessidade de avaliar conjuntamente aspectos como: eficiência de cobertura de solo, ocorrência de invasoras, decomposição de resíduos, produção de biomassa e nutrientes nas espécies de adubos verdes. Nesta pesquisa, o girassol destacou-se quanto à produção de biomassa e acúmulo de nitrogênio, porém resultou em baixo teor de N na folha e menor rendimento do milho cultivado em sucessão, mostrando que outros fatores associados a essa espécie afetaram negativamente o desempenho da cultura.

CONCLUSÕES

O feijão-bravo-do-ceará, a mucuna-cinza e a crotalária ocre-leuca mostraram maior potencial de uso, antecedendo o milho, resultando em maiores acúmulos de nitrogênio nos grãos e rendimentos desta cultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AE, N.; ARIHARA, J.; OKADA, K. Phosphorus uptake mechanism of pigeonpea grow in Alfisols and Vertisols. In: JOHANSEN, C.; LEE, K.; SAHRAWAT, K.L., ed. Phosphorus nutrition of grain legumes in the semi-arid tropics. Patancheru: ICRISAT, 1991. p.91-98.
- ALVARENGA, R.C. Potencialidade de adubos verdes para conservação e recuperação de solos. Viçosa: UFV, 1993. 112p. Tese Doutorado.
- AMABILE, R.F.; CARVALHO, A.M. de; DUARTE, J.B.; FANCELLI, A.L. Efeito de épocas de semeadura na fisiologia e produção de fitomassa de leguminosas nos Cerrados da região do Mato

Grosso de Goiás. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.53, n.2/3, p.296-303, 1996.

AMABILE, R.F.; FANCELLI, A.L.; CARVALHO, A.M. de. Absorção de N, P e K por espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos num Latossolo Vermelho-Escuro argiloso sob cerrados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.23, p.837-845, 1999.

AMABILE, R.F.; FANCELLI, A.L.; CARVALHO, A.M. de. Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos na região dos Cerrados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, p.47-54, 2000.

BOWEN, W.T.; QUINTANA, J.O.; PEREIRA, J.; BOULDIN, D.R.; REID, W.S.; LATHWELL, D.J. Screening legume green manures as nitrogen sources to succeeding non-legume crops. *Plant and Soil*, Dordrecht, v.111, p.309-316, 1988.

BURLE, M.L.; BOWEN, W. ; PEREIRA, J.; PERES, J.R.R.; SUHET, A.R.; RESCK, D.V.S.; *Identificação de leguminosas adubo verde tolerantes à seca nos Cerrados*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1988. 4p. (EMBRAPA-CPAC. Comunicado Técnico, 22).

BURLE, M.L.; SUHET, A.R.; PEREIRA, J.; RESCK, D.V.S.; PERES, J.R.R.; CRAVO, M.S.; BOWEN, W.; BOULDIN, D.R.; LATHWELL, D.J. Legume green manures: dry-season survival and the effect on succeeding maize crops. Raleigh: Soil Management CRSP, 1992. 35p. (Bulletin, 92-04).

BURLE, M.L.; MIELNICZUK, J.; FOCCHINI S. Effect of cropping on soil chemical characteristics, with emphasis on soil acidification. *Plant and Soil*, Dordrecht, v.190, p.309-316, 1997.

CARSKY, R.J. Estimating availability of nitrogen from green manure to subsequent maize crops using a buried bag technique. Ithaca: Cornell University. 1989. 257p. Ph.D. thesis.

CARVALHO, A.M. de; ANDRADE, L.R.M. de. Biomassa e teores de nutrientes na parte aérea de adubos verdes. In: REUNIAO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRICAO DE

PLANTAS, 23.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 7.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 5.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 2., 1998, Caxambu, MG. *FertBio* 98: resumos. Caxambu: UFLA, 1998. p.343.

CARVALHO, A.M. de; FREITAS, L.R. da S.; CORREIA, J.R.; BLANCANEAU, P.; MENEZES, H.R.; PEREIRA, J.; AMABILE, R.F. Caracterização de espécies de adubo verde para o cultivo de milho em Latossolo Vermelho Escuro originalmente sob cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8.; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANNAS, 1., 1996, Brasília, DF. *Biodiversidade e produção sustentável de alimentos e fibras nos Cerrados: anais / Biodiversity and sustainable production of food and fibers in the tropical savannas: proceedings*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1996. p.384-388.

CERETTA, C.A. Fornecimento de nitrogênio por leguminosas na primavera para o milho em sucessão nos sistemas de cultivo mínimo e convencional. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.18, n.2, p.215-220, 1994.

COSTA, F.S.A.; BOULDIN, D.R.; SUHET, A.R. Evaluation of N recovery from mucuna placed on the surface or incorporated in a Brazilian Oxisol. *Plant and Soil*, Dordrecht, v.124, p.91-96, 1990.

DAMASO, F.H.M.; CARVALHO, A.M. de; MOURA; L.L.; SODRÉ FILHO, J. Eficiência de cobertura do solo por espécies vegetais na região dos cerrados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27., 1999, Brasília, DF. [*Ciência do solo e qualidade de vida: anais*]. [Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999]. CD ROM.

DE POLLI, H.; CHADA, S.S. Adubação verde incorporada ou em cobertura na produção de milho em solos de baixo potencial de produtividade. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.13, n.3, p.287-293, 1989.

- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- FREITAS, P.L. O sistema de plantio direto e a sustentabilidade na agricultura. **Boletim Informativo, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v.24, n.3, p.25-28, 1999.
- GLORIA, N.A.; MATTIAZZO, M.E.; PEREIRA, V.; PARO, J.M. Avaliação da produção de adubos verdes. **Saccharum-STAB**, São Paulo, v.3, p.31-35, 1980.
- HARADA, H.; REIN, T.A.; CARVALHO, A.M.C. de.; SPEHAR, C.R.; HATANAKA, T. Increase of phosphorus availability in rhizosphere soils of some perennial pasture crops. **Grassland Science**, v.43, n.4, p.482-485, 1998.
- LE MARE, P.H.; J.PEREIRA ; W.J. GOEDERT. Effects of green manure on isotopically exchangeable phosphate in dark-red latosol in Brazil. **Journal of Soil Science, Oxford**, v.38, n.2, p.199-209, 1987.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A de. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201 p.
- PEREIRA, J. Efeito de adubo verde, restos culturais e associação de cultivos em um Latossolo Vermelho-Amarelo (LV) de Cerrados. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (Planaltina, DF). **Relatório Técnico Anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1982/1985**. Planaltina, 1987. p.191-194.
- PEREIRA, J. O feijão guandu: uma opção para a agropecuária brasileira. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1985. (EMBRAPA-CPAC. Circular Técnica, 20).
- PEREIRA, J.; BURLE, M.L.; RESCK, D.V.S. Adubos verdes e sua utilização no cerrado. In: **SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E**

CONSERVAÇÃO DE SOLO, 1992, Goiânia, GO, *Anais...*
Campinas: Fundação Cargill, 1992. p.140-154.

QUINTANA, J.O.; PEREIRA, J.; BOULDIN, D.R.; REID, W.S.;
LATHWELL, D.J. Screening legume green manures as nitrogen
sources to succeeding non-legume crops. *Plant and Soil*,
Dordrecht, v.111, p.81-85, 1988.

SILVA, M.L.N.; CURI, N.; BLANCANEAUX, P.; LIMA, J.M. de;
CARVALHO, A.M. de. Rotação adubo verde-milho e adsorção
de fósforo em latossolo vermelho-escuro. *Pesquisa Agropecuária
Brasileira.*, Brasília, v.32, n.6, p.649-654, 1997.



**GOVERNO
FEDERAL**

trabalhando em todo o Brasil

Embrapa

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Cerrados*

*Ministério da Agricultura e do Abastecimento
BR 020, Km 18, Rodovia Brasília-Formosa, Planaltina, DF
Telefone: (61) 308-9656 Fax: (61) 308-9673*