

## CARACTERIZAÇÃO DE ESPÉCIES DE ADUBOS VERDES PARA O CULTIVO DE MILHO EM LATOSSOLO VERMELHO-ESCURO ORIGINALMENTE SOB CERRADO

ARMINDA M. de CARVALHO<sup>1</sup>, JOÃO R. CORREIA<sup>1</sup>, PHILIPPE BLANCANEUX<sup>2</sup>, LUCIENE R. da S. FREITAS<sup>3</sup>, HÉLIO A. MENEZES<sup>3</sup>, JOÃO PEREIRA<sup>1</sup> e RENATO F. AMABILE<sup>1</sup>

### RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o comportamento de espécies de adubos verdes, seu potencial como condicionadores de solo e, conseqüentemente, sua contribuição para a produção sustentável de milho. As espécies de adubos verdes (*Crotalaria juncea*, *Crotalaria ochroleuca*, *Cajanus cajan*, *Canavalia ensiformis*, *Mucuna aterrima*, *Brachiaria ruziziensis*) foram semeadas no final da estação chuvosa e o milho no início da estação chuvosa seguinte, em 1993/94 e 1994/95. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. As espécies de adubos verdes e a vegetação espontânea foram roçadas no florescimento e incorporadas no preparo do solo para semeadura do milho. Determinaram-se para os adubos verdes: fitomassa seca, número e peso de nódulos, e relação C/N; e para o milho: rendimento e peso de espigas. Calculou-se ainda a taxa de decomposição da

materia orgânica das diferentes espécies. *M. aterrima* apresentou o melhor desempenho em relação à nodulação (peso e número). A taxa de decomposição de *B. ruziziensis* foi significativamente mais elevada em relação às demais espécies, no período dos adubos verdes em cobertura. A *B. ruziziensis*, o *C. cajan* e a *C. juncea* apresentaram valores significativamente mais altos para a relação C/N. Em 1993/94, *C. juncea* e *C. cajan* resultaram em rendimentos de milho significativamente mais elevados do que *M. aterrima*, *B. ruziziensis* e vegetação espontânea. Em 1994/95, *C. cajan* e *C. ensiformis* contribuíram significativamente mais para a produtividade de milho do que *B. ruziziensis* e vegetação espontânea. Portanto, os resultados mostram influência positiva das leguminosas sobre o rendimento de milho.

**Palavras-chave:** Rendimento de milho.

### ABSTRACT

#### Evaluation of green manure for corn yield under cultivation in the "Cerrado" dark-red latosol

The objective of this study was to evaluate the behaviour of green manure species, their potential as soil conditioners, and consequently their contribution to sustainable corn production. The green manure species (*Crotalaria juncea*, *Crotalaria ochroleuca*, *Cajanus cajan*, *Canavalia ensiformis*, *Mucuna aterrima*, *Brachiaria ruziziensis*) were sown at the

end of the rainy season followed by corn, sown at the beginning of the following rainy season, during 1993/94 and 1994/95. The statistics design was random block design with four replications. The green manure species and spontaneous vegetation were cut at the soil surface level during the flowering period and incorporated into the soil before planting

<sup>1</sup> Pesquisador, EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Caixa Postal 08223, Planaltina, DF 73301-970, Brasil

<sup>2</sup> Pesquisador, ORSTOM/Centro Nacional de Pesquisa de Solo.

<sup>3</sup> Pesquisador, Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária.



the corn. For green manures species dry matter, nodule's number and weight as well as C/N ratio, and for corn grain yield as well as weight of ears were determined. Rate of organic matter decomposition for different species also was measured. The *M. aterrima* showed the highest value in terms of nodulation (number and weight). The rate of decomposition of *B. ruziziensis* in "litter bags" was significantly ( $P > 0.01$ ) higher than that of the other species, during the period of green manure coverage. *B. ruziziensis*, *C. cajan* and *C. juncea* showed C/N values significantly ( $P >$

0.05) higher in comparison to the other plants. During 1993/94, corn yield on the former *C. juncea* and *C. cajan* treatments was significantly ( $P > 0.05$ ) higher than on the *M. aterrima* as well as the *B. ruziziensis* and spontaneous vegetation treatment. In 1994/95, corn yields were significantly ( $P > 0.05$ ) higher after *C. cajan* and *C. ensiformis* than after *B. ruziziensis* and spontaneous vegetation. Therefore, the results show a positive influence of the legumes on corn yield.

**Additional index words:** Savanna, green manure, corn yield.

## INTRODUÇÃO

A adubação verde é componente essencial ao desenvolvimento agrossilvipastoril sustentável na região dos Cerrados. Um dos conceitos de adubação verde refere-se à utilização de plantas em rotação, sucessão ou consorciação com as culturas, incorporando-as ao solo ou deixando-as na superfície, buscando a proteção, bem como a manutenção e melhoria das suas características físicas, químicas e biológicas em todo o perfil do solo (Calegari *et al.*, 1993).

Algumas leguminosas são indicadas como adubos verdes por causa do seu sistema radicular e por sua capacidade de aproveitamento do nitrogênio atmosférico e de produção de biomassa (Sabadin, 1984). Segundo Miyasaka, citado por Calegari *et al.* (1993), plantas de outras famílias, como algumas gramíneas, também podem ser utilizadas com essa finalidade.

A sucessão de cultivos distintos contribui para manter o equilíbrio dos nutrientes no solo e aumentar a sua fertilidade, além de permitir melhor utilização dos insumos agrícolas. A adição regular de resíduos de adubos verdes aos vários solos e ambientes agroecológicos dos trópicos, nos quais a matéria orgânica apresenta-se entre 2 e 3% praticamente inativa, contribui para a conservação do solo e da água, promovendo principalmente a melhoria da estrutura e o aumento da atividade biológica, com seus respectivos efeitos (Company, 1984; Lal, 1986).

A resposta das culturas depende, no entanto, da interação de fatores, como a natureza do material incorporado (mais ou menos tenro, relação C/N, teor de lignina), das propriedades do solo, das características da cultura principal e do clima (De-Polli & Chada, 1989).

Pereira (1988), em condições de Cerrado, recomenda *Cajanus cajan* e *Crotalaria juncea*, entre outras, para semeadura no início das chuvas e *Mucuna aterrima*, *Canavalia brasiliensis* e *Canavalia ensiformis* para plantios de janeiro e fevereiro.

A taxa de liberação dos nutrientes imobilizados na biomassa está relacionada principalmente à relação C/N do material. Essa liberação de nutrientes pode, entretanto, ser

modificada conforme o manejo que se dê ao adubo verde. De-Polli & Chada (1989) verificaram que as plantas fibrosas deixadas em cobertura têm uma decomposição mais lenta do que quando incorporadas, possivelmente pela menor superfície de contato com o solo.

A cobertura do solo, viva ou em forma de "mulch", é outra aplicação da adubação verde que pode resultar em uma série de benefícios como: aumento da retenção de água, redução nas variações da temperatura, redução das perdas de água por evaporação e proteção do solo contra o impacto direto das chuvas (Igue, 1984). Na região dos Cerrados, onde os solos ficam expostos a intensa radiação solar e a erosão eólica durante a entressafra, e à erosão hídrica causada pelas chuvas intensas comuns no início da estação chuvosa, essa forma de utilização de adubo verde assume importância significativa.

Um dos fatores limitantes à adubação verde é a época de plantio, já que o agricultor não pode deixar de cultivar sua área com culturas econômicas. Assim, uma alternativa é o plantio de espécies de crescimento inicial rápido ou tolerantes à seca, no final do período chuvoso, logo após a colheita da cultura comercial. Trabalhos desenvolvidos com cultivos pós-colheita comercial, no CPAC e no CNPS/CRCO, sugerem como espécies promissoras o feijão-bravo do Ceará (*Canavalia brasiliensis*), o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), o guandu (*Cajanus cajan*), a mucuna preta (*Mucuna aterrima*) e, com menor eficiência, a crotalaria juncea (*Crotalaria juncea*) (Burle *et al.*, 1988). Resultados mais recentes também mostram desempenho adequado com a crotalaria ochroleuca (*Crotalaria ochroleuca*) (Amabile *et al.*, 1993).

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar o comportamento de espécies de adubos verdes semeadas no final da estação chuvosa, o seu potencial como condicionadores de solo e, conseqüentemente, sua contribuição para a produção sustentável da cultura de milho.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área da EMBRAPA -

Centro Nacional de Pesquisa de Solos - CNPS, localizada na Estação Experimental da Empresa Goiana de Pesquisa Agropecuária - EMGOPA, em Senador Canedo, GO, situada a 16°14'12" de latitude sul e 49°14'56" de longitude a oeste de Greenwich e a uma altitude de 730 m. O clima, conforme a classificação de Köpen, é do tipo Aw (clima tropical de savana). O solo foi classificado como latossolo vermelho-escuro distrófico, a moderado, textura argilosa, fase Cerrado tropical subcaducifólio, relevo suave ondulado.

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos constituíram-se de espécies de adubos verdes (*Crotalaria juncea*, *Crotalaria ochroleuca*, *Cajanus cajan*, *Canavalia ensiformis*, *Mucuna aterrima* e *Brachiaria ruziziensis*) e a testemunha (vegetação espontânea). Os adubos verdes foram semeados no final da estação chuvosa, em 25 de fevereiro de 1993 e 10 de março de 1994. O milho (cv. Pionner 3072), em seqüência aos adubos verdes, em 25 de outubro de 1993 e 1º de dezembro de 1994. O preparo do solo para semeadura dos adubos verdes foi feito com arado de aivecas; e para milho, com arado de discos. As espécies de adubos verdes foram roçadas no florescimento, permanecendo na superfície do solo até a incorporação, que foi feita durante o preparo do solo para semeadura do milho, a uma profundidade média de 20 cm.

Em relação aos adubos verdes foram avaliados os seguintes parâmetros no florescimento: fitomassa seca, número e peso de nódulos e relação C/N. Do milho, no estágio de maturação, avaliaram-se: produtividade e peso de espigas.

Determinou-se a taxa de decomposição da matéria orgânica pelo método dos "litter bags" (Santos & Whitford, 1980), para as diferentes espécies, em dois períodos do primeiro ano agrícola: quando os adubos verdes encontravam-se roçados como cobertura (20/08/93 a 20/10/93); e na cultura do milho (23/12/93 a 23/02/94).

A precipitação pluvial acumulada desde a semeadura dos adubos verdes até a incorporação foi de 467 mm e 505 mm no primeiro e segundo ano agrícola, respectivamente. Durante a cultura do milho, foi de 962 mm (25/10/93 a 25/02/94) e de 787 mm (01/12/94 a 31/03/95).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O *Cajanus cajan*, a *Mucuna aterrima* e a *Canavalia ensiformis* produziram, no ano agrícola 1993/94, quantidades significativamente mais elevadas de matéria seca em relação às demais espécies. Em 1994/95, a *Crotalaria juncea* apresentou a maior produção de matéria seca, e a vegetação espontânea a menor (Tabela 1). No primeiro ano agrícola, os números de nódulos da *Crotalaria ochroleuca*, *Mucuna*

*aterrima* e *Crotalaria juncea* foram significativamente superiores (Tabela 2). No segundo ano, a *Mucuna aterrima* e a *Crotalaria juncea* apresentaram quantidades de nódulos superiores à *Crotalaria ochroleuca* e ao *Cajanus cajan* (Tabela 2). A *Mucuna aterrima* apresentou valores de peso de nódulos significativamente superiores aos demais tratamentos nos dois anos agrícolas (Tabela 3).

A taxa de decomposição da matéria orgânica, das espécies de adubos verdes em cobertura, foi significativamente mais elevada nos tratamentos contendo *Brachiaria ruziziensis* (Tabela 4). No período de desenvolvimento do milho, a *Brachiaria ruziziensis* apresentou valores significativamente mais elevados em relação à *Crotalaria juncea* e ao *Cajanus cajan*. As espécies de adubos verdes apresentaram relação C/N com tendência inversa à taxa de decomposição da matéria orgânica. Os valores mais elevados (Tabela 5) de C/N foram encontrados em *Brachiaria ruziziensis* e *Cajanus cajan*. A *Crotalaria juncea* foi significativamente semelhante ao *Cajanus cajan*. A *Mucuna aterrima* e a *Canavalia ensiformis*, com os menores valores de relação C/N, não diferiram significativamente entre si. Possivelmente, os teores de polifenóis das leguminosas resultaram nos seus menores valores de taxa de decomposição. Além disso, a decomposição da *Brachiaria ruziziensis* pode ter sido favorecida pelo seu estágio vegetativo e ataque preferencial de cupins.

A produção de grãos sofreu efeito significativo das espécies nos dois anos agrícolas (Tabela 6). No primeiro ano, a *Crotalaria juncea* e a *Crotalaria ochroleuca* contribuíram significativamente mais com o rendimento de milho do que *Mucuna aterrima*, vegetação espontânea e *Brachiaria ruziziensis*. No segundo ano, a *Canavalia ensiformis* e o *Cajanus cajan* superaram significativamente a vegetação espontânea e a *Brachiaria ruziziensis*. Os resultados mostraram tendência das espécies com menores taxas de decomposição da matéria orgânica a contribuírem mais com a produtividade do milho. Em 1994/95, os valores de rendimento do milho foram menores, possivelmente, devido ao atraso na época de semeadura. Utilizou-se um híbrido super precoce, cuja época ideal para semeadura é a segunda quinzena de outubro.

O peso de espiga sofreu efeito significativo dos tratamentos apenas no ano agrícola 1994/95. As leguminosas foram significativamente superiores, enquanto a *Brachiaria ruziziensis* e a vegetação espontânea apresentaram-se inferiores (Tabela 7).

Os resultados mostraram influência positiva das leguminosas sobre a produtividade de milho, destacando-se a *Crotalaria juncea*, o *Cajanus cajan*, a *Crotalaria ochroleuca* e a *Canavalia ensiformis*. De acordo com sugestões de De-Polli & Chada (1989), no período que permaneceram como cobertura morta, essas espécies podem ter liberado mais lentamente os nutrientes, reduzindo as perdas, prin-

**TABELA 1 - Produção média de matéria seca de diferentes espécies de adubos verdes, cultivadas na entressafra, na região dos Cerrados.**

Espécie	Matéria seca	
	1993/1994	1994/1995
	--- kg/ha ---	
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	6450 b	2800 f
<i>Cajanus cajan</i>	8950 a	4500 c
<i>Canavalia ensiformis</i>	8287 a	4100 e
<i>Crotalaria juncea</i>	5975 b	6925 a
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	5900 b	4312 d
<i>Mucuna aterrima</i>	8562 a	6100 b
Vegetação Espontânea	5937 b	2153 g

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

**TABELA 2 - Número médio de nódulos de diferentes espécies de adubos verdes, cultivadas na entressafra, na região dos Cerrados.**

Espécie	Número de nódulos/planta	
	1993/1994	1994/1995
	-- unidade/planta --	
<i>Cajanus cajan</i>	9,50 b	5,00 d
<i>Canavalia ensiformis</i>	5,70 b	20,25 bc
<i>Crotalaria juncea</i>	20,60 a	26,25 ab
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	27,15 a	12,50 cd
<i>Mucuna aterrima</i>	23,30 a	33,50a

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

**TABELA 3 - Peso médio de nódulos de diferentes espécies de adubos verdes, cultivadas na entressafra, na região dos Cerrados.**

Espécie	Peso de nódulos	
	1993/1994	1994/1995
	-- mg/planta --	
<i>Cajanus cajan</i>	96,7 b	37,7 c
<i>Canavalia ensiformis</i>	84,9 b	179,9 b
<i>Crotalaria juncea</i>	45,8 b	66,1 c
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	85,7 b	62,9 c
<i>Mucuna aterrima</i>	811,4 a	391,0 a

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

**TABELA 4 - Taxa de decomposição da matéria orgânica de diferentes espécies de adubos verdes em cobertura (TDMO1) e na cultura do milho (TDMO2), no ano agrícola de 1993/94.**

Espécie	Tdmol	
	Tdmol	Tdmol2
	--- % ---	
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	75,20 a	78,87 ab
<i>Cajanus cajan</i>	51,57 c	61,27 c
<i>Canavalia ensiformis</i>	57,65 c	69,18 abc
<i>Crotalaria juncea</i>	51,75 c	61,94 c
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	66,26 b	76,20 ab
<i>Mucuna aterrima</i>	52,48 c	65,58 bc
Vegetação espontânea <sup>1</sup>	73,50 a	81,79 a
% C.V.	5,8	8,7

<sup>1</sup> = "Litter bags" contendo predominantemente *Brachiaria ruziziensis*. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 1% de probabilidade.

**TABELA 5 - Relação C/N de espécies de leguminosas utilizadas como adubos verdes (\*).**

Espécie	C/N
	1993/1994
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	27,0 a
<i>Cajanus cajan</i>	24,7 ab
<i>Canavalia ensiformis</i>	13,9 c
<i>Crotalaria juncea</i>	21,6 bc
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	18,8 cd
<i>Mucuna aterrima</i>	15,5 de

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

**TABELA 6 - Produtividade média de milho, cultivado em parcelas com diferentes espécies de adubos verdes pré-incorporadas, na região dos Cerrados.**

Espécie	Produtividade	
	1993/1994	1994/1995
	--- kg/ha ---	
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	6935 c	5542 c
<i>Cajanus cajan</i>	7755 abc	6716 a
<i>Canavalia ensiformis</i>	7738 abc	6889 a
<i>Crotalaria juncea</i>	8919 a	6437 ab
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	8541 a	6298 ab
<i>Mucuna aterrima</i>	7271 bc	6217 ab
Vegetação Espontânea	7211 bc	5839 bc

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

TABELA 7 - Peso médio de espiga de milho, cultivado em parcelas com diferentes espécies de adubos verdes pré-incorporadas, no ano agrícola de 1994/95, na região dos Cerrados.

Espécie	Peso de espiga - g -
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	119 b
<i>Cajanus cajan</i>	138a
<i>Canavalia ensiformis</i>	143a
<i>Crotalaria juncea</i>	138a
<i>Crotalaria ochroleuca</i>	138a
<i>Mucuna aterrima</i>	136a
Vegetação Espontânea	122 b

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

principalmente de nitrogênio. Sugere-se ainda que *Brachiaria ruziziensis* competiu por nitrogênio com a cultura, e a vegetação espontânea não foi um condicionador eficiente do solo.

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nas condições desse experimento permitem concluir que:

a *Mucuna aterrima* apresenta o melhor desempenho em relação à nodulação;

a *Brachiaria ruziziensis* resulta na taxa de decomposição mais elevada, no período dos adubos verdes em cobertura;

a *Brachiaria ruziziensis*, o *Cajanus cajan* e a *Crotalaria juncea* apresentam valores mais elevados para relação C/N;

as leguminosas contribuem mais para o aumento de produtividades do milho.

## LITERATURA CITADA

- AMABILE, R.F. *et al.* Avaliação da época de semeadura e do espaçamento em diferentes espécies de leguminosas na região de Cerrados. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO*, 24, Goiânia, 1993. Resumos. Goiânia: SBCS, p. 103.
- BURLE, M.L. *et al.* Identificação de leguminosas adubo verde tolerantes à seca nos Cerrados. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1988. 4p. (EMBRAPA-CPAC. Comunicado Técnico, 22).
- CALEGARI, A. *et al.* Aspectos gerais de adubação verde. *In: COSTA, M.B.B. da, coord., Adubação verde no sul do Brasil*. Rio de Janeiro: ASPTA, 1993. p. 1-55.
- COMPANY, M.L. *El maíz, su cultivo y aprovechamiento*. Ediciones Mundi Prensa, 1984. 318p.
- 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, p.287-293, 1989.
- IGUE, K. *et al.* *Adubação Orgânica*. Londrina: IAPAR, 1984. 33p. (IAPAR. Informe da Pesquisa, 59).
- LAL, R. Soil surface management in the tropics for intensive land use and high and sustained production. *Advances in Soil Science*, v.5, p.1-109, 1986.
- PEREIRA, J. Avaliação de características agronômicas de leguminosas adubos verdes no Cerrado. *In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA*. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, Planaltina, DF. *Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1982/1985*. Planaltina, 1987. p.194-7.
- SABADIN, H.C. Adubação verde. *Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, v. 37, n°. 354, p.19-26, 1984.
- SANTOS, P.F.; WHILFORD, W.G. The effects of microarthropods on litter decomposition in a Chihuahuan desert ecosystem. *Ecology*, v.62, p.654-669, 1981.



Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA  
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - CPAC

## **ANAIS / PROCEEDINGS**



### **Biodiversidade e Produção Sustentável de Alimentos e Fibras nos Cerrados**

*Biodiversity and Sustainable Production of Food and Fibers  
in the Tropical Savannas*

*Editores/Editors*

*Roberto Carvalho Pereira, PhD  
Luiz Carlos Bhering Nasser, PhD*

*1996  
Brasil*