



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

MANEJO DE ADUBOS VERDES NO CERRADO

Arminda M. de Carvalho
Marília Lobo Burle
João Pereira
Manoel Antonio da Silva

ISSN 1517-0187

Circ. téc. - Embrapa Cerrados	Planaltina	n. 4	p.1-28	dez. 1999
-------------------------------	------------	------	--------	-----------

Copyright © Embrapa – 1999
Circular técnica - Embrapa Cerrados, 4

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) 389-1171 – Fax (61) 389-2953

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

Normalização bibliográfica: Maria Alice Bianchi

Diagramação e arte final: Jussara Flores de Oliveira

Capa: Chaile Cherne Soares Evangelista

Fotos: Welminton Fábio Ribeiro

Impressão e acabamento: Jaime Arbués Carneiro e
Divino Batista de Souza

Todos os direitos reservados.

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

C331m Carvalho, Arminda M. de.
Manejo de adubos verdes no Cerrado / Arminda M. de Carvalho ...
[et al.]. – Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999.
28p. — (Circular técnica / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-0187 ; n.4).

1. Adubo verde - Cerrado. I. Carvalho, Arminda M. de. II. Título.
III. Série.

631.874 - CDD 21

SUMÁRIO

RESUMO	5
ABSTRACT	5
INTRODUÇÃO	6
ÉPOCAS DE SEMEADURA DE ADUBOS VERDES	7
Adubos verdes cultivados durante o período chuvoso	8
Adubos verdes em consórcio com a cultura comercial	13
Adubos verdes em pós-colheita	14
COBERTURA DO SOLO	18
MANEJO DA BIOMASSA	20
SEMEADURA E PRODUÇÃO DE SEMENTES	22
CUIDADOS FUNDAMENTAIS NO USO DA ADUBAÇÃO VERDE	24
CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

MANEJO DE ADUBOS VERDES NO CERRADO

Arminda M. de Carvalho¹; Marília Lobo-Burle¹; João Pereira¹

RESUMO – O uso intensivo e inadequado dos solos acelera a degradação da matéria orgânica, principal componente da fertilidade dos solos do Cerrado. Os adubos verdes podem promover a adição de quantidades extras de resíduos vegetais ao solo e contribuir para o incremento da matéria orgânica. Além do aspecto da matéria orgânica, ressalta-se as demais vantagens dos adubos verdes, quais sejam: a cobertura do solo, o fornecimento de nutrientes, em especial o N, dentre outras. Esta publicação apresenta informações sobre o manejo de adubos verdes adaptados à região do Cerrado, relativas à produção e manejo de biomassa, à ciclagem de nutrientes, à cobertura do solo proporcionada, às formas de semeadura e produção de sementes e alguns cuidados especiais que devem ser tomados ao se utilizar determinadas espécies de adubos verdes. Também são relatadas as opções de cultivo mais indicadas para inserir os adubos verdes nos sistemas agrícolas da região, bem como o efeito deles na produção da cultura comercial sucessiva. Sem dúvida, já existem opções viáveis de sistemas com adubos verdes para essa região que podem trazer benefícios significativos para a cultura comercial e para a conservação dos solos do Cerrado.

Palavras-chave: adubação verde; plantas de cobertura; fertilidade do solo; matéria orgânica; sistemas de cultivos; plantio direto.

GREEN MANURE MANAGEMENT IN CERRADO SOILS

ABSTRACT – The intensive and inadequate use of Cerrado soils may accelerate losses of soil organic matter, which is the main fertility component of these soils. Besides promoting the addition

¹ Pesquisadoras da Embrapa Cerrados.

of extra organic carbon residues to the soil, other advantages of the the use of green manure include soil covering and the supply of nutrients, especially N. This publication presents information about the production and management of biomass, nutrient content, soil covering, planting and seed production of different species of green manures adapted to Cerrado region. Options of cropping systems in which green manure can be cultivated in the region and the effects of such systems on succeeding commercial crop yield also are presented.

Key words: green manure; cover crop; soil fertility; organic matter; cropping systems; no till.

INTRODUÇÃO

A ocupação do Cerrado tem ocorrido de forma rápida, baseada em sistemas de produção intensivos, com mecanização e utilização de acentuadas doses de fertilizantes e pesticidas, visando à obtenção de produtividades elevadas. O uso excessivo e inadequado de implementos agrícolas tem aumentado os problemas com: a compactação, a destruição dos agregados e erosão, promovendo também reduções nos teores de matéria orgânica, principal componente de fertilidade desses solos (Silva et al., 1994). Esse processo de degradação reduz a produtividade das culturas que, nessas condições, não conseguem manifestar todo seu potencial genético.

Os adubos verdes promovem a adição de quantidades extras de resíduos vegetais ao solo, contribuindo para o incremento da matéria orgânica que reflete na agregação, estrutura e densidade do solo, na taxa de infiltração, na disponibilidade de água para as plantas e na fertilidade do solo. A adubação verde com leguminosas fornece grandes quantidades de nitrogênio para a cultura comercial, principalmente pela fixação biológica, podendo resultar em ganhos significativos na produção dessa cultura. O aumento da atividade biológica do solo é outra contribuição importante

do uso dos adubos verdes. A adubação verde promove o incremento dos exsudados radiculares, o crescimento da população da macrofauna, da mesofauna e das micorrizas, as quais contribuem para os processos de absorção de fósforo e, ainda, atuam na decomposição da matéria orgânica (Le Mare et al., 1987; Bowen et al., 1988; Quintana et al., 1988; Carsk, 1989; Ae et al., 1991; Silva et al., 1997; Harada et al., 1998). O uso de adubos verdes, seja como cobertura ou material incorporado ao solo, resulta em outras importantes vantagens como: proteção do solo contra a erosão, a incidência de radiação solar intensa, redução ou eliminação de camadas compactadas, controle de plantas daninhas, de nematóides e de pragas e doenças.

A produção de biomassa vegetal é um dos principais parâmetros a ser considerado na adubação verde, mas fatores relacionados à decomposição dos resíduos (relação C/N, teores de lignina, de celulose e de compostos orgânicos) também são relevantes para o manejo dos adubos verdes em cobertura ou com incorporação.

Esse trabalho tem como objetivo apresentar informações sobre o manejo de adubos verdes adaptados ao Cerrado, relatando também as diferentes possibilidades de uso nos sistemas de cultivo comercial (em pré-plantio, consórcio e sucessão).

ÉPOCAS DE SEMEADURA DE ADUBOS VERDES

O uso dos adubos verdes, principalmente em relação à época de semeadura, apresenta potencial diferenciado para a produção de biomassa vegetal e fornecimento de nutrientes à cultura comercial. A estação chuvosa é o período mais apropriado para a maioria dos adubos verdes se desenvolver e manifestar sua capacidade máxima de acumular nutrientes (Pereira, 1985; Amabile et al., 1996; Amabile et al., 1999; Amabile et al., 2000).

Esses trabalhos relacionados no último parágrafo mostram que a crotalaria juncea e o guandu diminuíram sua biomassa aérea com o atraso da semeadura em relação ao início do período

chuvoso. A crotalária oroleuca, por sua vez, apresentou aumento de produção dessa biomassa quando a semeadura foi de novembro para janeiro, reduzindo-a drasticamente com a semeadura efetuada em março. As espécies de adubos verdes tolerantes ao déficit hídrico, como o feijão-bravo-do-ceará e a mucuna-preta, não apresentaram alterações significativas nas suas produções de matéria seca com o deslocamento da semeadura do início para o final da estação chuvosa. Quanto à absorção de nitrogênio e do fósforo, ocorreram reduções para crotalária juncea, crotalária oroleuca e guandu quando a semeadura foi realizada no final do período chuvoso. A mucuna-preta, similarmente ao comportamento da biomassa seca, não alterou significativamente as quantidades desses macronutrientes absorvidos com o atraso da semeadura.

Por outro lado, apesar do comportamento favorável dos adubos verdes, quando cultivados na estação chuvosa, é interessante que não se comprometa o cultivo da cultura considerada econômica. Mesmo com a queda na produção de matéria seca e no fornecimento de nutrientes, os trabalhos desenvolvidos no Cerrado têm mostrado excelentes resultados do uso de adubos verdes na entressafra, com efeitos significativos no incremento da produção das culturas comerciais. Como cada espécie tem exigências próprias, principalmente em relação à água e ao fotoperíodo, torna-se necessário considerar essas características para recomendá-las e adequá-las aos diferentes sistemas de produção no Cerrado.

Adbos verdes cultivados durante o período chuvoso

A maioria dos adubos verdes quando semeados no período chuvoso acumula maior quantidade de biomassa e de nutrientes, na parte aérea, devido à maior disponibilidade de água. Conseqüentemente, eles apresentam potencial mais elevado para fornecer esses nutrientes à cultura que será cultivada em seqüência, reduzindo ou até eliminando a necessidade da aplicação de fertilizantes, principalmente os nitrogenados.

Em Planaltina-DF, observaram-se produções elevadas de matéria seca da parte aérea para crotalária juncea, indigófera tinctoria, crotalária oroleuca, guandu kaki, crotalária spectabilis, crotalária striata e guandu-preto. Algumas espécies, como a crotalária paulina e o nabo forrageiro, contêm altos teores de água e assim, apesar da elevada produção de biomassa verde, produzem baixas quantidades de matéria seca (Tabela 1). Espécies como crotalária spectabilis e crotalária striata sofreram o efeito de estresse hídrico e do fotoperíodo, enquanto a crotalária juncea, a crotalária oroleuca e os guandus foram afetados apenas pelo fotoperíodo (número de horas luz/dia).

A Tabela 2 mostra variações acentuadas na absorção de nutrientes em função da produção de matéria seca da parte aérea no período chuvoso (apresentada na Tabela 1). A crotalária striata, a crotalária oroleuca, a crotalária juncea, a crotalária spectabilis e a indigófera tinctoria destacaram-se em relação às quantidades absorvidas de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S). O guandu kaki absorveu quantidades relativamente altas de N, P e K. O nabo forrageiro, apesar de apresentar menor produção de matéria seca, absorveu maiores quantidades de nutrientes, indicando seu potencial para extração de elementos minerais do solo.

Em Planaltina-DF, Carsky (1989) observou que algumas leguminosas, quando cultivadas durante o período chuvoso, produziram quantidades elevadas de biomassa (12,4 t/ha de matéria seca) e acumularam até 300 kg/ha de N na sua parte aérea (Tabela 3). Nesse trabalho, mais de 70% do N acumulado nos adubos verdes foi proveniente da fixação biológica.

Em relação à semeadura dos adubos verdes no período chuvoso, existe a limitação de ser a única época de cultivo da cultura comercial que predomina na região do Cerrado. Quando semeados durante a estação chuvosa, os adubos verdes devem ser cultivados em pré-plantio ou em associação com a cultura comercial (em consórcio ou intercaladas), a fim de não inviabilizar o cultivo da cultura comercial.

TABELA 1. Produções de matéria verde e de matéria seca, da parte aérea, de espécies de adubos verdes cultivadas no período chuvoso de Planaltina, DF, ano agrícola 1996/1997.

Espécie	Matéria verde	Matéria seca
 t/ha	
Calopogônio	20,2	3,5
Crotalária anagiróide	50,2	8,7
Crotalária grantiana	6,8	2,2
Crotalária juncea	77,3	17,6
Crotalária ocreleuca	82	15,8
Crotalária paulina	139	5,4
Crotalária sp 2	39,3	8,1
Crotalaria spectabilis	101	14,9
Crotalária striata	107	14,4
Cunhã	9,7	2,6
Lab-lab	34,2	7,3
F. bravo-do-ceará	16	3,8
Guandu-comum	17,3	5,7
Guandu-anão	30,2	8,2
Guandu-preto	41,8	11,9
Guandu kaki	58,3	15,6
Indigófera hirsuta	29	6,3
Indigófera tinctoria	60,3	15,9
Mamona	16,2	3,8
Milheto	17,5	3,0
Mucuna-cinza	30,3	5,1
Mucuna conchinchinense	25,7	5,4
Mucuna-jaspeada	30,7	5,3
Mucuna-preta	31,5	6,4
Mucuna-rajada	29,2	4,5
Nabo forrageiro	72,7	7,3
Niger	58,5	7,9
Sesbânia aculeata	12,3	3,7
Sesbânia rostrata	19,5	4,6
Sesbânia sp.	18,3	5,2
Soja perene	8,8	1,8

Fonte: Carvalho et al. (dados não publicados)

TABELA 2. Quantidades de nutrientes absorvidos pelas espécies de adubos verdes cultivadas na estação chuvosa de Planaltina, DF, ano agrícola 1996/1997.

Espécie	Nutrientes absorvidos								
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	Mn
	kg/ha					g/ha			
Calopogônio	77,7	7,0	67,2	31,2	9,1	4,6	30,1	98,4	63,4
Crotalaria anagiroides	245,3	15,7	136,6	120,9	36,5	11,3	114,8	195,8	134,0
Crotalaria grantiana	53,2	2,9	47,3	19,6	4,6	2,6	14,7	52,4	30,8
Crotalaria juncea	443,5	31,7	216,5	202,4	58,1	28,2	121,4	464,1	366,1
C. oroleuca	524,6	41,1	349,2	123,2	56,9	30,0	148,5	609,9	540,4
Crotalaria paulina	148,0	11,3	95,0	79,9	24,3	8,6	49,1	147,4	146,9
Crotalaria sp 2	209,8	12,2	119,9	61,6	29,2	10,5	79,4	158,0	139,3
C. spectabilis	420,2	29,8	362,1	236,9	49,2	25,3	163,9	411,2	293,5
Crotalaria striata	545,8	31,7	289,4	161,3	43,2	21,6	142,6	430,6	518,4
Cunhã	88,1	5,7	44,5	10,9	11,4	5,7	27,8	79,6	53,6
Dolichos lab lab	149,7	15,3	102,9	86,9	21,2	12,4	44,5	226,3	113,2
F. bravo-do-ceará	62,7	2,7	41,8	71,1	9,9	1,9	24,3	47,5	57,8
Guandu comum	116,3	5,1	50,7	38,8	10,8	4,6	43,3	66,1	165,3
Guandu-anão	247,6	13,9	107,4	53,3	16,4	333,7	74,0	164,0	150,1
Guandu-preto	346,3	22,6	141,6	71,4	23,8	13,1	104,7	272,5	134,5
Guandu kaki	351,0	25,0	254,3	90,5	29,6	9,4	149,8	304,2	371,3
Indigofera hirsuta	187,7	13,9	102,7	95,1	18,9	8,8	66,8	147,4	148,1
Indigofera tinctoria	469,1	35,0	314,8	208,3	39,8	22,3	174,9	359,3	448,4
Mamona	53,2	7,6	46,0	24,3	11,0	5,7	27,0	95,4	57,8
Milheto	37,2	4,5	83,4	11,1	9,0	6,0	14,4	80,7	62,1
Mucuna-cinza	158,1	9,2	42,3	35,7	12,2	8,7	61,2	156,6	127,0
Mucuna-conchinchinense	155,5	8,6	68,0	49,1	12,4	9,2	52,4	132,8	124,2
Mucuna-jaspeada	185,5	11,7	59,9	49,3	12,2	10,6	65,7	182,9	130,9
Mucuna-preta	202,2	12,2	75,5	63,4	14,7	11,5	62,7	171,5	145,3
Mucuna-rajada	149,4	9,5	59,4	41,4	9,9	8,6	55,8	99,9	111,2
Nabo forrageiro	273,0	29,2	275,9	111,0	38,7	40,9	40,3	334,3	197,8
Niger	85,3	11,1	123,2	101,1	38,7	37,1	42,7	253,6	188,8
Sesbânia aculeata	45,9	10,7	61,8	50,0	4,8	19,6	32,6	121,0	132,1
Sesbânia rostrata	75,4	12,9	89,2	72,7	10,6	22,5	41,4	179,4	154,1
Sesbânia sp.	56,7	15,6	97,2	56,7	7,3	27,6	44,2	235,6	169,0
Soja perene	38,5	2,7	27,2	14,6	7,4	3,4	13,0	92,7	27,4

Fonte: Carvalho et al. (dados não publicados).

TABELA 3. Produção de massa seca, nitrogênio total absorvido e nitrogênio resultante da fixação biológica de diferentes leguminosas, semeadas em dezembro em Planaltina, DF.

Espécie	Massa seca ¹ t/ha	N total ² kg/ha	N da fixação biológica
Feijão-bravo-do-ceará	7,56	228	173
Guandu	8,73	229	168
Feijão-de-porco	7,73	231	181
Calopogônio	5,57	142	81
Crotalária striata	12,45	306	235
Mucuna-preta	5,72	152	100
Kudzu tropical	5,10	116	60

Fonte: Carsky (1989).

¹ Parte aérea.

² Parte aérea e grãos.

Uma opção viável para o cultivo dos adubos verdes, no período chuvoso, é o uso de espécies com ciclo mais curto, precedendo à cultura comercial que será cultivada durante essa estação das chuvas. A crotalária juncea, que apresenta ciclo mais curto, (floresce aproximadamente aos 90 dias), pode ser usada nesse sistema, antecedendo à cultura do arroz, por exemplo. Nesse caso, a semeadura das espécies deve ser realizada logo após as primeiras chuvas, e o corte pode anteceder à floração, visando a não comprometer o plantio da cultura comercial na época adequada. Para melhor aproveitamento do tempo, pode-se adotar o plantio direto. O atraso do período chuvoso compromete a viabilidade desse sistema.

O consórcio entre algumas espécies, (como a crotalária spectabilis, crotalária juncea, guandu-anão, feijão-de-porco, mucuna-anã) compatíveis com culturas perenes como: citros, maracujá e café também representa alternativa bastante viável para o uso de adubos verdes durante a estação chuvosa.

Adubos verdes em consórcio com a cultura comercial

Uma alternativa promissora para cultivos de adubos verdes no Cerrado é sua associação com a cultura comercial utilizando-se da semeadura das leguminosas concomitantemente com o milho ou quando essa cultura já completou seu ciclo vegetativo.

A mucuna-preta adapta-se bem ao cultivo em consórcio com o milho e sua incorporação ao solo pode corresponder à adubação de 50 kg/ha (Pereira, 1987) a até 200 kg/ha de N para essa cultura (Suhet & Ritchey, 1987). Nesse sistema, necessita-se adaptar a semeadeira para o plantio mecanizado da mucuna.

As leguminosas forrageiras com desenvolvimento inicial lento podem ser outra opção de cultivo associado com o milho. Em Planaltina-DF, identificaram-se algumas leguminosas forrageiras com essa característica e que, mesmo quando semeadas concomitantemente com o milho, apresentam baixa concorrência com essa cultura comercial (Suhet et al., 1994). A produção de massa seca dos adubos verdes é alta nesse sistema, pois quando o milho completa seu ciclo vegetativo as leguminosas já estão estabelecidas e continuam acumulando biomassa durante o período da seca. As leguminosas forrageiras que se adaptam a esse sistema são: *Stylosanthes guianensis* var. *pauciflora* (Bandeirante), *S. guianensis* var. *vulgaris* (Mineirão), *S. macrocephala* cv. Pioneiro e *Zornia latifolia*.

As percentagens de incremento na produção de milho quando cultivado em associação com essas leguminosas, em relação à aplicação de 100 kg/ha de N via fertilizante foram crescentes ao longo do tempo. No terceiro ano de condução dos experimentos, a produção do milho de alguns tratamentos, como a zórnica, equivaleu à produção obtida com a adubação de 100 kg/ha de N (Suhet et al., 1994). Além dos benefícios já conhecidos da adubação verde e da cobertura do solo, outra grande vantagem da associação com essas leguminosas é a possibilidade de fornecimento de forragem no período da seca, quando ocorre escassez de material com alto valor protéico na região.

Uma associação pouco explorada, no cerrado, mas que pode apresentar bons resultados, é o consórcio de culturas perenes (por ex. citros, maracujá e café) com leguminosas. Algumas espécies como feijão-de-porco, guandu-anão, estilosantes, arachis, crotalárias de porte mais baixo (*C. anagiróide*, *C. spectabilis*, *C. grantiana*) apresentam potencialidade para esse sistema (Figura 1). O uso de adubos verdes em sistemas de culturas perenes pode trazer uma série de vantagens que devem refletir-se no rendimento e na qualidade do produto final das culturas (frutos ou grãos), além de contribuir para redução de custos.



FIG. 1. Consórcio de maracujá com adubos verdes.

Adubos verdes em pós-colheita

Durante o período da seca, os solos do Cerrado normalmente não são cultivados e ficam expostos à erosão e ao crescimento de plantas invasoras que se estabeleceram no final do período chuvoso. Desta forma, os sistemas mais adaptados à região devem incluir o cultivo dos adubos verdes neste período (entressafra).

Por outro lado, a estação seca, na região, é marcada por deficiências hídricas intensas, sendo comum a ocorrência de até seis meses sem chuva, comprometendo a produção de biomassa aérea e o acúmulo de nutrientes das leguminosas. (Amabile et al., 1996;. Amabile et al., 1999; Amabile et al., 2000).

Uma opção de cultivo de adubos verdes, na entressafra, é a semeadura após a colheita da cultura comercial, no final do período chuvoso, mesmo com o comprometimento na produção de fitomassa aérea. As leguminosas mais adaptadas a esse sistema são: espécies de mucuna, feijão-bravo-do-ceará, feijão-de-porco, guandu e crotalária juncea.

Na Tabela 4, são apresentadas as produções de matéria seca de adubos verdes semeados no final do período chuvoso no cerrado da região de Goiânia-GO, em dois anos agrícolas. Tefrósia cândida, indigófera tinctória, guandu kaki, feijão-bravo-do-ceará, mucuna-jaspeada, mucuna-preta, guandu-vermelho, guandu-preto, crotalária juncea, crotalária oroleuca, crotalária striata e crotalária anagirióide destacaram-se, pelo menos, em um dos dois anos agrícolas.

Em Planaltina-DF, Burle et al. (1994) verificaram que o cultivo em pós-colheita do feijão-bravo-do-ceará e tefrósia cândida, no primeiro ano agrícola, resultaram na produtividade do milho correspondente à adubação de 100 kg/ha de N (Tabela 5). No cerrado, da região de Goiânia-GO, Carvalho et al. (1996) observaram que as leguminosas semeadas em pós-colheita resultaram em produções mais elevadas da cultura do milho (Tabela 6).

A semeadura de gramínea como cobertura de solo precedida de gramínea como cultura comercial não é recomendada. No ensaio conduzido em Goiânia-GO, Carvalho et al. (1996) observaram que o milho cultivado após a braquiária ruzizensis apresentou as menores produções em relação à sucessão às demais espécies, inclusive à testemunha (Tabela 6). Esse comportamento ocorreu, provavelmente, devido à imobilização de nitrogênio.

A semeadura dos adubos verdes nas entrelinhas da cultura comercial, no final do seu ciclo e antes da colheita, pode potencializar o aproveitamento das últimas chuvas da estação chuvosa. Desta forma, esse sistema pode tornar-se ainda mais viável para o Brasil Central, tendo em vista a distribuição da precipitação pluviométrica concentrada e irregular desta Região.

TABELA 4. Produção de matéria seca da parte aérea de adubos verdes semeados no final do período chuvoso, em dois anos agrícolas, em Goiânia, GO.

Espécie	Floração Dias	Matéria seca	
		1993/1994	1994/1995
	 t/ha	
Aveia preta	70	-	1,4
Cassia rotundifolia	81	3,6	-
Chicharo	70	1,2	1,3
Colza	40	1,9	1,9
Crotalária anagiróide	95	4,0	4,1
Crotalária juncea	60	2,3	4,9
Crotalária ocreleuca	80	4,6	3,9
Crotalária paulina	115	3,3	3,9
Crotalária sp 2	60	1,5	1,3
Crotalaria spectabilis	60	1,7	1,5
Crotalária striata	115	4,3	-
Cunhã	60	2,0	0,8
Dolichos lab-lab	90	2,6	3,3
Ervilha pisum sativum	70	2,7	1,5
Ervilha vicia-villosa	60	2,7	2,9
Feijão seridó	65	-	1,3
Feijão-bravo-do-ceará	90	4,9	5,1
Feijão-de-porco	85	3,6	2,4
Guandu-anão	90	2,7	2,0
Guandu kaki	100	6,1	-
Guandu-preto	90	4,2	4,0
Guandu-vermelho	90	4,5	4,2
Indigófera tinctoria	272	-	14,2
Jureminha	65	1,0	2,0
M. athropurpureum	130	3,5	-

TABELA 4. Continuação.

Espécie	Floração Dias	Matéria seca	
		1993/1994	1994/1995
	 t/ha	
Macrotiloma	130	4,3	-
Miliniela m.	60	0,5	0,9
Mucuna-anã	60	2,5	1,4
Mucuna-jaspeada	90	6,1	4,1
Mucuna-preta	90	4,9	4,3
Mungo-preto	45	1,0	1,8
Mungo-verde	45	2,0	2,3
Nabo forrageiro	45	2,6	2,9
Porto Rico	90	3,1	1,4
Sesbânia sp	55	1,1	1,4
Soja perene	110		1,8
Tefrósia cândida	272	-	14,5

Fonte: Carvalho et al. (dados não publicados).

TABELA 5. Produção de milho após o cultivo de adubos verdes semeados no final do período chuvoso em Planaltina, DF e com doses crescentes de nitrogênio.

Espécie ¹	Produtividade		
	1988/1989	1989/1990	1990/1991
 t/ha		
Estilosantes cortado	5,1	1,5	5,3
Estilosantes Mineirão	6,8	2,0	5,0
Feijão-bravo-do-ceará	7,3	2,7	6,0
Guandu	5,6	2,4	4,4
Mucuna-preta	5,7	2,2	4,6
Sorgo	5,1	1,9	4,2
Tefrósia cândida	7,3	2,0	5,0
Doses de N (kg /ha)			
0	4,8	1,5	3,9
50	7,4	3,5	6,5
100	7,3	4,3	6,4
200	8,4	5,3	7,3

Fonte: Burle et al. (1994).

¹ Semeadas em pós-colheita e incorporadas antes da semeadura do milho.

TABELA 6. Produtividade de milho cultivado após incorporação de adubos verdes semeados em pós-colheita, em Goiânia, GO.

Espécie	Produtividade	
	1993/1994	1994/1995
 t/ha	
Braquiária ruziensis	6,9	6,9
Crotalária juncea	8,9	8,0
Crotalária ochroleuca	8,5	7,8
Feijão-de-porco	7,7	8,6
Guandu kaki	7,7	8,3
Mucuna-preta	7,3	7,7
Vegetação espontânea	7,2	7,3

Fonte: Carvalho et al. (1996).

COBERTURA DO SOLO

Na região do Cerrado, a exposição do solo durante os seis meses de entressafra (período da seca) pode acarretar sérios problemas de degradação. Nesse período, os solos são expostos à radiação solar intensa, à elevadas amplitudes térmicas, à evaporação, à multiplicação de ervas daninhas e à erosão. No início do período de chuvas, a manutenção da cobertura do solo é fundamental, pois são comuns precipitações de intensidade elevadas que tornam a erosão hídrica bastante crítica.

Na determinação da cobertura morta do solo, além da produção de biomassa, deve-se considerar a decomposição de matéria orgânica e os fatores que afetam essa decomposição como: relação C/N, teores de lignina, celulose e compostos orgânicos dos resíduos vegetais. A relação caule/folha e a superfície de contato com o solo também influenciam na eficiência de cobertura pelas espécies vegetais.

Nem sempre as espécies vegetais que produzem quantidades mais elevadas de matéria seca proporcionam as maiores taxas de

cobertura do solo. Entre as espécies de adubos verdes, semeadas em Planaltina-DF, no final do período chuvoso, as melhores coberturas do solo foram proporcionadas pela mucuna-cinza, feijão-bravo-do-ceará e milheto (Tabela 7). A mucuna-cinza e o feijão-bravo-do-ceará destacaram-se em relação ao controle de invasoras (Figura 2), possivelmente, devido à competição e ao sombreamento.

Na região de Goiânia-GO, a mucuna-preta proporcionou melhor cobertura do solo, tanto na estação seca quanto no início do período chuvoso, sendo que a braquiária *ruziziensis* praticamente igualou-se à mucuna no primeiro ano agrícola. Mas, nesse sistema, onde a braquiária foi semeada em sucessão ao milho, a imobilização de nitrogênio no solo comprometeu bastante sua produção de matéria seca e, conseqüentemente, o desempenho dessa espécie como cobertura do solo. Observou-se, ainda, redução da cobertura do solo pelos resíduos dos adubos verdes após o início do período chuvoso, sendo esta queda mais drástica para as leguminosas (Carvalho et al., 1996), devido as suas maiores taxas de decomposição. Em sistemas que utilizam culturas leguminosas como a soja ou o feijão, o uso da braquiária, em sucessão, pode ser uma boa opção para cobertura do solo.

TABELA 6. Cobertura do solo e ocorrência de invasoras na estação seca e no início do período chuvoso.

Espécie	Cobertura do Solo		Invasoras
	Estação seca	Início do período chuvoso	
 %		
Mucuna-cinza	93	85	4
Feijão-bravo-do-ceará	92	88	5
Milheto	75	61	25
Guandu	64	52	25
Vegetação espontânea	59	72	72
Crotalária ocreleuca	58	38	35
Girassol	38	31	29
Nabo forrageiro	14	7	33

Fonte: Damaso et al. (1999).



FIG. 2. Controle de invasoras através da cobertura verde e dos resíduos da mucuna-cinza.

MANEJO DA BIOMASSA

Um dos principais parâmetros utilizados na avaliação dos adubos verdes é a produção de biomassa aérea, pois reflete o potencial de extração e ciclagem de nutrientes. A floração é o estágio de desenvolvimento das plantas mais indicado para efe-

tuar o manejo dessa biomassa (Figura 3). No caso de algumas espécies que apresentam problemas de dormência das sementes, como a mucuna-preta e o feijão-bravo-do-ceará deve-se dar preferência ao manejo da biomassa, no início da floração, para que essas espécies não se tornem invasoras.



FIG. 3. *Crotalaria juncea* na floração.

No caso da mucuna-preta e do feijão-bravo-do-ceará, a biomassa aérea tem de ser manejada antes da formação de vagens, pois suas sementes apresentam dormência, podendo germinar, na área, em períodos diferentes ao longo do ano, dificultando bastante seu controle. Como o florescimento dessas duas espécies é muito desuniforme, recomenda-se que o manejo delas, por meio de implementos mecânicos ou herbicidas, seja realizado no início da floração. O tratamento das sementes, promovendo a superação da dormência, também minimiza esse problema. No caso do guandu, é importante não atrasar muito a semeadura pois, à medida que isso ocorre, a produção de biomassa é reduzida pelo efeito do fotoperíodo.

Os adubos verdes podem ser manejados em outras fases fenológicas em função do sistema agrícola ou da finalidade de uso. Quando manejados em outros estádios de desenvolvimento, o potencial de fornecimento de nutrientes é reduzido, entretanto, cumprem-se outras funções como: produção de sementes ou controle de invasoras.

SEMEADURA E PRODUÇÃO DE SEMENTES

A população de plantas dos adubos verdes deve variar de acordo com diversas características como: finalidade de uso dos adubos verdes (produção de sementes, adubação verde ou cobertura do solo) e dos sistemas agrícolas (consórcio ou rotação); disponibilidade de máquinas e implementos; compatibilidade com as culturas comerciais cultivadas na propriedade.

Quando o objetivo é a produção de sementes dos adubos verdes recomendam-se espaçamentos maiores. Se as espécies estão sendo cultivadas visando à adubação verde e à cobertura do solo são necessárias densidades mais elevadas de plantas.

No sistema de plantio direto, cuja maior limitação à implantação na região do Cerrado é o baixo acúmulo de palha, os espaçamentos podem ser reduzidos para favorecer a cobertura do solo. No caso do sistema consorciado, a população de plantas é bastante inferior para não competir com a cultura principal.

Quanto à compatibilização com as condições da propriedade, deve-se utilizar espaçamentos similares aos das culturas comerciais, desde que não haja interferência no crescimento e no desenvolvimento dos adubos verdes. Amabile et al. (2000) não constataram diferenças significativas entre os espaçamentos de 0,40 m e 0,50 m em relação ao período de florescimento, produção de matéria verde e produção de matéria seca de algumas espécies de adubos verdes. Diante desse resultado, deve-se utilizar o espaçamento que favoreça a operacionalização da prática de semeadura dos adubos verdes.

A Tabela 8 apresenta a recomendação do número de plantas por metro, o peso de 100 sementes e a produção de grãos. Nesse ensaio, utilizou-se o espaçamento entre linhas de 0,50 cm. O ciclo desses materiais avaliados variou de 90 dias (nabo forrageiro, trigo sarraceno, feijão-mungo-verde) a 240 dias (feijão-bravo-do-ceará). A espécie que apresentou a maior produção de sementes foi o feijão-de-porco, seguido de guandu kaki, feijão-bravo-do-ceará, mucuna-cinza, mucuna-anã, mucuna conchinchinense, milho, crotalária juncea e crotalária anagiróide. A crotalária spectabilis apresentou baixa produção, provavelmente em função da lagarta-da-vagem (*Utetheisa ornatrix*), que constitui limitação à implantação dessa espécie. O feijão-de-porco mostrou elevada produção de grãos devido ao peso de suas sementes. A crotalária paulina, a crotalária grantiana e a crotalária sp2 apresentaram sintomas acentuados de doenças. O feijão mungo-verde e o lab-lab sofreram ataque severo de vaquinha (*Diabrotica speciosa*).

TABELA 8. População recomendada para adubação verde e produção de sementes das espécies de adubos verdes cultivadas na estação chuvosa, em Planaltina, DF.

Espécie	Stand	Peso de 100 sementes	Produção
	... Plantas m ⁻¹ g.....	... kg/ha ...
Calopogônio	40	0,9	729,0
Crotalária anagiróide	30	3	1771,0
Crotalária grantiana	30	0,8	260,4
Crotalária juncea	20	6	1927,1
Crotalária oroleuca	20	0,6	1510,4
Crotalária paulina	30	1,5	937,5
Crotalária spectabilis	20	6	72,9
Cunhã	40	5	1145,9
Dolichos Lab-lab	15	33	625,0
Feijão bravo-do-ceará	8	61	2604,2
Feijão mungo-verde-grande	40	7,0	1354,2
Feijão-de-porco	8	160	4166,8

TABELA 8. Continuação.

Espécie	Stand	Peso de 100 sementes	Produção
	... Plantas m ⁻¹ g.....	... kg/ha ...
Guandu-anão	25	10	781,3
Guandu comum	20	20	1145,9
Guandu kaki	20	20	2760,5
Guandu-preto	20	20	1354,2
Indigófera hirsuta	40	2,0	416,7
Mamona	3	44,0	729,2
Milheto	20	3,0	1875,1
Mucuna-anã	10	60	2187,6
Mucuna-cinza	8	103	2500,1
Mucuna-conchi, chinense	8	95,7	1979,2
Mucuna-jaspeada	8	130	1666,7
Mucuna-preta	8	63	1354,2
Mucuna-rajada	8	69	1614,6
Nabo forrageiro	40	0,5	260,4
Niger	20	2	416,7
Sesbânia aculeata	40	1,0	312,5
Sesbânia rostrata	40	1,6	416,7
Sesbânia sp	40	1,5	468,8
Soja perene	30	-	93,7
Trigo sarraceno	20	2,5	833,4

Fonte: Carvalho et al. (dados não publicados)

CUIDADOS FUNDAMENTAIS NO USO DA ADUBAÇÃO VERDE

As seguintes práticas são recomendadas para se obter maior eficiência no uso de adubos verdes:

1. Inocular as espécies, que respondem à inoculação, para incrementar a contribuição da fixação biológica de nitrogênio. Os seguintes adubos verdes, geralmente, respondem bem à inoculação no cultivo em solos virgens: espécies de mucuna (*Mucuna* spp.), crotalária (*Crotalaria* spp.), tremoço (*Lupinus*

spp.), amendoim comum (*Arachis hypogaea*), amendoim forrageiro (*Arachis pintoï*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), guandu (*Cajanus cajan*), feijão-bravo-do-ceará (*Canavalia brasiliensis*) e desmódio (*Desmodium* spp). A leucena (*Leucaena* spp.), a centrosema (*Centrosema* spp.), o guar (*Cyamopsis tetragonoloba*), a alfafa (*Medicago sativa*) e o grão-de-bico (*Cicer arietinum*) (Comunicação pessoal do Dr. Milton Vargas, Eng. Agr., PhD, Embrapa Cerrados às autoras em 1998), são as leguminosas que geralmente não nodulam com as estirpes nativas, sendo necessária sua inoculação.

2. Efetuar a escarificação das sementes das espécies que apresentam problema de dormência (espécies de mucuna e feijão-bravo-do-ceará), visando a aumentar a uniformidade e a eficiência de germinação. A quebra da dormência pode ser feita mediante imersão em água em ebulição por 30 e 45 segundos, respectivamente para a mucuna e feijão-bravo-do-ceará.
3. No caso das espécies que podem tornar-se invasoras, como o feijão-bravo-do-ceará e a mucuna-preta, deve-se realizar o corte das plantas no início da floração;
4. Utilizar sementes livres de pragas e doenças;
5. Não cultivar adubos verdes hospedeiros de pragas e doenças, aos quais a cultura comercial, que será cultivada no sistema, apresente susceptibilidade;
6. Planejar o uso dos adubos verdes de modo a não utilizar a mesma espécie sucessivamente na mesma área.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma diversidade de espécies de adubos verdes pode ser cultivada em rotação, consórcio ou em pós-colheita da cultura comercial com produção de biomassa relevante e efeitos significativos no rendimento e na qualidade das culturas comerciais no Cerrado. Nestes sistemas, os adubos verdes não apenas reduzem

os gastos do agricultor com fertilizantes, principalmente os nitrogenados, como também protegem o solo contra os principais agentes de degradação e incrementam os níveis de matéria orgânica do solo.

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.
- 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. 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.
- 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.
- 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.; SUHET, A.R.; PEREIRA, J.; RESCK, D.V.S. Adubação verde no período da seca nos Cerrados: efeito na cultura do milho. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária

dos Cerrados (Planaltina, DF). **Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1987/1990**. Planaltina, 1994. p.101-105.

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; CORREIA, J.R; BLANCANEUX, P.; FREITAS, L.R.S. da; MENEZES, H.A.; PEREIRA, J.; AMABILE, R.F. Caracterização de espécies de adubos verdes para 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.

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.

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.

PEREIRA, J. **O feijão guandu: uma opção para a agropecuária brasileira**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1985. 27p. (EMBRAPA-CPAC. Circular Técnica, 20).

- 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.
- 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.; BLANCANEUX, 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.
- SILVA, J.E.; LEMAINSKI, J.; RESK, D.V.S. Perdas de matéria orgânica e suas relações com a capacidade de troca catiônica em solos da região dos cerrados do oeste baiano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.18, p.541-547, 1994.
- SUHET, A.R.; RITCHEY, K.D. Níveis, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio para a cultura do milho. 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.107-109.
- SUHET, A.R.; BURLE, M.L.; PERES, J.R.R. Associação de adubos verdes com culturas comerciais nos Cerrados In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (Planaltina, DF). **Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados 1987/1990**. Planaltina, 1994. p.111-115.