Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 105

ISSN 1676 - 918X
Dezembro, 2003

Alternativas para o Cultivo do Algodoeiro Herbáceo em Plantio Direto no Cerrado

Embrapa

ISSN 1676-918X
Dezembro, 2003

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Cerrados
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 105

Alternativas para o Cultivo do Algodoeiro Herbáceo em Plantio Direto no Cerrado

José Carlos Corrêa
Jozeneida Lúcia Pimenta Aguiar

Planaltina, DF
2003

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza
Caixa Postal 08223
CEP 73310-970 Planaltina - DF
Fone: (61) 388-9898
Fax: (61) 388-9879
htpp\www.cpac.embrapa.br
sac@cpac.embrapa.br

Comitê de Publicações
Presidente: *Dimas Vital Siqueira Resck*
Editor Técnico: *Carlos Roberto Spehar*
Secretária-Executiva: *Nilda Maria da Cunha Sette*

Supervisão editorial: *Jaime Arbués Carneiro*
Revisão de texto: *Maria Helena Gonçalves Teixeira*
Normalização bibliográfica: *Rosângela Lacerda de Castro*
Shirley da Luz Soares
Capa: *Leila Sandra Gomes Alencar*
Fotos da capa: *José Carlos Corrêa*
Editoração eletrônica: *Leila Sandra Gomes Alencar*
Impressão e acabamento: *Divino Batista de Souza*
Jaime Arbués Carneiro

Impresso no Serviço Gráfico da Embrapa Cerrados

1ª edição
1ª impressão (2003): tiragem 100 exemplares

Todos os direitos reservados.
A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.
Embrapa Cerrados.

C824 Corrêa, José Carlos.
Alternativas para o cultivo do algodoeiro herbáceo em plantio direto no Cerrado/ José Carlos Corrêa, Jozeneida Lúcia Pimenta Aguiar. – Planaltina, DF :
Embrapa Cerrados, 2003.

21 p.— (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Cerrados, ISSN 1676-918X ; 105)

1. Algodão herbáceo. 2. Cerrado - plantio direto. I. Aguiar, Jozeneida Lúcia Pimenta. II. Título. III. Série.

633.51 - CDD 21

© Embrapa 2003

Sumário

Resumo 5
Abstract 6
Introdução 7
Material e Métodos 8
Resultados e Discussão 10
Conclusão 18
Referências Bibliográficas 18

Alternativas para o Cultivo do Algodoeiro Herbáceo em Plantio Direto no Cerrado

José Carlos Corrêa[1]
Jozeneida Lúcia Pimenta Aguiar[2]

Resumo – O experimento, instalado em um Latossolo Vermelho–Amarelo muito argiloso, teve o objetivo de obter melhor alternativa para o cultivo do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.r. *latifolium* Hutch) em plantio direto em condições de sequeiro no Cerrado. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quinze tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram os seguintes: soja-milheto-soja-milheto-algodoeiro (T1); soja-amaranto-soja-nabo-forrageiro-algodoeiro (T2); soja-sorgo granífero-soja-sorgo-granífero-algodoeiro (T3); soja-aveia-preta-soja-aveia-preta-algodoeiro (T4); feijão-milheto-feijão-milheto-algodoeiro (T5); feijão-amaranto-feijão-nabo-forrageiro-algodoeiro (T6); feijão-sorgo-granífero-feijão-sorgo-granífero-algodoeiro (T7); feijão-aveia-preta-feijão-aveia-preta-feijão-algodoeiro (T8); milho-milheto-milho-milheto-algodoeiro (T9); milho-amaranto-milho-nabo-forrageiro-algodoeiro (T10); milho-sorgo-granífero-milho-sorgo-granífero-algodoeiro (T11); milho-aveia-preta-milho-aveia-preta-algodoeiro (T12); soja-soja-algodoeiro (T13); feijão-feijão-algodoeiro (T14) e milho-milho-algodoeiro (T15). O maior rendimento do algodoeiro foi obtido com a rotação soja-milheto-algodoeiro em que houve melhor controle de plantas daninhas; entretanto, o maior desempenho econômico ocorreu na rotação com o feijão.

Termos para indexação: plantas daninhas, plantas de cobertura, biomassa aérea.

[1] Eng. Agrôn., Dr., Embrapa Cerrados, correa@cpac.embrapa.br

[2] Eco., M.Sc., Embrapa Cerrados, joze@cpac.embrapa.br

Alternative for the Cultivation of Herbaceous Cotton in No-till System of Direct Planting in the Savannah Conditions

Abstract - *The experiment carried out in a heavy red yellow latosol was aimed at obtaining alternative cultivation strategy to render higher soybean and herbaceous cotton yields in no-till system under rainfed Savannah conditions. The experimental designed used was a completely randomized with fifteen treatments: soybean–millet–soybean–millet–cotton (T1); soybean–amaranth–soybean–forage radish–cotton (T2); soybean–grain sorghum–soybean– grain sorghum-cotton (T3); soybean–black rye–soybean–black rye–cotton (T4); bean–millet–bean–millet–cotton (T5); bean–amaranth–bean–forage radish–cotton (T6); bean–grain sorghum–bean–grain sorghum-cotton (T7); bean–black rye–bean–black rye–bean–cotton (T8); maize-millet–maize–millet–cotton (T9); maize–amaranth–maize–forage radish–cotton (T10); maize–grain sorghum–maize–grain sorghum-cotton (T11); maize–black rye–maize–black rye–cotton (T12); soybean–soybean–cotton (T13); bean-bean-coton (T14); maize–maize–cotton (T15) and four replications. The highest cotton seed yield between treatments was obtained in the following sequence soybean-millet-soybean–millet-cotton where best weed control occurred too.*

Index terms: weeds, cover crops, aerial biomass.

Introdução

O cultivo do algodoeiro herbáceo tem sido uma opção para integrar o sistema produtivo no Cerrado. Entretanto, dentre os diversos fatores que afetam o crescimento, o desenvolvimento e o rendimento dessa malvácea, destacam-se os sistemas de manejo do solo. Para o plantio na região, são utilizadas práticas de preparo de áreas com implementos de discos (arado e grade) e de monocultivo que contribuem para a degradação dos solos.

Alguns autores (LAGIÈRE, 1976; GRID-PAPP et al., 1992) enfatizam que um bom preparo do solo é fundamental para a germinação e para o desenvolvimento homogêneo da cultura, além de facilitar o cultivo e a colheita do algodoeiro. Neste sentido, Melo Filho e Silva (1993) sugerem a adoção de sistemas de preparo do solo que promovam o controle de perdas de terra, bem como proporcionem maior aproveitamento da água, evitando taxas excessivas de escoamento superficial e evaporação.

O plantio direto, com rotação de culturas, poderá ser uma alternativa para garantir o bom rendimento do algodoeiro herbáceo em condições de sequeiro. Com o desenvolvimento da cultura nos chapadões do Cerrado, principalmente, nos últimos anos, o plantio direto vem despertando o interesse de pesquisadores e de produtores. O sistema de plantio direto, usado por cotonicultores no Cerrado, visa reduzir os custos e a conservar o solo. Nessas áreas, é comum o uso do milheto como fornecedor de fitomassa. Yamaoka (1991) mostrou que a produção do algodoeiro em plantio direto foi superior ao plantio convencional. Trabalhos realizados por Brown et al. (1995) e Smart e Bradford (1998) indicaram que o sistema de plantio direto oferece como principal vantagem o controle da erosão. Nesse sistema, é possível produzir algodão em quantidade e com qualidade de fibra iguais aos sistemas convencionais em pesquisa de longa duração. Segundo Gameiro e Cardoso. (2003), as informações sobre o custo de produção dos sistemas de cultivo são muito importantes por estar inseridas num mercado que se aproxima da competição perfeita no qual o preço não pode ser administrado nem manipulado.

O trabalho teve como objetivo obter alternativas para o cultivo do algodoeiro herbáceo em plantio direto em condições de sequeiro no Cerrado do Distrito Federal.

Material e Métodos

O experimento foi instalado no campo experimental da Embrapa Cerrados (Planaltina-DF), em setembro/outubro de 1998, num Latossolo Vermelho-Amarelo muito argiloso (64% de argila, 14% de silte e 22% de areia) com porcentagem de saturação de bases, nas profundidades de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm e 20 a 40 cm, de 39%, 38% e 27%, respectivamente. A área vinha sendo cultivada, há cinco anos, com soja e milho em rotação, no sistema de preparo convencional. O solo foi corrigido para 60% de saturação de bases por meio da aplicação de calcário dolomítico; sendo a metade pré-incorporada com grade aradora e incorporada com o arado de discos na profundidade de 30 cm e a outra incorporada com a grade niveladora.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quinze tratamentos e quatro repetições. Conforme a Tabela 1, no primeiro ano (novembro de 1998), foram plantados no verão: soja (cultivar Conquista), feijão (cultivar Pérola) e milho (cultivar BR 205). Depois da colheita dessas culturas, foram feitos plantios direto na safrinha: milheto (*Pennisetum glaucum* R. Br.) variedade BN2, amaranto (*Amarantus hipocondriacus* Rob.), sorgo-granífero (*Sorghum vulgare perse*) variedade BRS 306 e aveia-preta (*Avena stringosa* Schreb).

Em novembro de 1999, sobre a palhada das plantas de cobertura, foram realizados plantios diretos da soja (cultivar Emgopa 316), do feijão (cultivar Pérola) e do milho (cv. BRS 3150). Depois da colheita dessas culturas, foram feitos plantios direto do milheto, do nabo-forrageiro (substituiu o amaranto por problemas de germinação), do sorgo-granífero e da aveia-preta. Nos tratamentos T13, T14 e T15, não foram realizados plantios na safrinha. Em novembro de 2000, fez-se o plantio direto do algodoeiro (cultivar BRS Antares) sobre a palhada das plantas de cobertura.

Foram feitas adubações nos plantios da soja (400 kg/ha da mistura 0:15:35), do feijão (375 kg/ha da mistura 4:30:16 e 44,44 kg /ha de uréia aos 30 dias depois do plantio), do milho (400 kg/ha da mistura 4:14:08 no plantio e 177,77 kg/ha de uréia aos 35 dias depois do plantio) e do algodoeiro (750 kg/ha da mistura 4:14:8 no plantio e 60 kg/ha de uréia, em cobertura, depois do plantio). Para o controle de plantas daninhas e dessecação das plantas de cobertura, em todos os tratamentos, foram aplicadas mistura de herbicidas: dois litros de glyphosate (480 g do sal de isopropilamina) e um litro de 2,4-D (806 g/litro do sal dimetilamina do ácido 2,4 diclorofenoxiacético)/ha). Nos

tratamentos fitossanitários, foram observadas as recomendações para cada cultura. Os espaçamentos entre as linhas de cultivo da soja e do feijão foram de 0,40 m, do milho e do algodoeiro de 1,0 m.

Foram avaliados os seguintes parâmetros: rendimentos de grãos da soja, do feijão e do milho; rendimento do algodoeiro (algodão em caroço), componentes do rendimento do algodoeiro (altura de plantas, número de capulhos/planta, peso de capulho e porcentagem de sementes e fibras), produção da biomassa aérea da soja, do feijão, do milho, das plantas de cobertura.

O levantamento de plantas daninhas, realizado oitenta dias depois do plantio do algodoeiro, e a coleta da biomassa aérea da soja, feijão, milho, algodoeiro e plantas de cobertura foram feitos por meio de um quadrado de madeira (um metro quadrado) lançado, ao acaso, três vezes em cada parcela.

Tabela 1. Tratamentos para obtenção de alternativas de cultivo do algodoeiro herbáceo, cultivar BRS Antares, num Latossolo Vermelho-Amarelo muito argiloso localizado na área experimental da Embrapa Cerrados em Planaltina-DF.

Tratamento	PC (*) (1998) nov.	PD(**) (1999) fev./mar.	PD (1999) nov.	PD (2000) mar./abr.	PD (2000) nov.
T1	Soja	Milheto	Soja	Milheto	Algodoeiro
T2	Soja	Amaranto	Soja	Nabo-forrageiro	Algodoeiro
T3	Soja	Sorgo	Soja	Sorgo	Algodoeiro
T4	Soja	Aveia	Soja	Aveia	Algodoeiro
T13	Soja	(-)	Soja	-	Algodoeiro
T5	Feijão	Milheto	Feijão	Milheto	Algodoeiro
T6	Feijão	Amaranto	Feijão	Nabo-forrageiro	Algodoeiro
T7	Feijão	Sorgo	Feijão	Sorgo	Algodoeiro
T8	Feijão	Aveia	Feijão	Aveia	Algodoeiro
T14	Feijão	-	Feijão	-	Algodoeiro
T9	Milho	Milheto	Milho	Milheto	Algodoeiro
T10	Milho	Amaranto	Milho	Nabo-forrageiro	Algodoeiro
T11	Milho	Sorgo	Milho	Sorgo	Algodoeiro
T12	Milho	Aveia	Milho	Aveia	Algodoeiro
T15	Milho	-	Milho	-	Algodoeiro

(*)PC = Preparo Convencional.
(**)PD = Plantio Direto.
(-)Tratamentos sem plantas de cobertura.

As amostras de solo, coletadas com o trado holandês, foram analisadas para determinar os teores de: Ca, Mg e Al (extração com KCl 1N), K e P (extração com a mistura de H2SO4 0,025 N e HCl 0,05 N). As concentrações de Ca e Mg foram determinadas por espectrometria de absorção atômica; o Al por titulação, o K por fotometria de chama e o P pelo método de Murphy e Riley (1962). O carbono orgânico foi determinado segundo método de Walkey e Black (ALLISON, 1965), modificado por Day (1965).

O custo de produção foi avaliado com base no conceito de custo operacional desenvolvido pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA) e descrito por Matsunaga et al. (1976) e Martin et al. (1998) e contempla todas as despesas diretas representadas pelo pagamento dos serviços (mão-de-obra e as operações que excluem máquinas e implementos agrícola), dos insumos (sementes, fertilizantes, agrotóxicos) e juros. Os preços da mão-de-obra e do aluguel de máquinas e implementos, entre outubro de 2002 e março de 2003, foram obtidas na EMATER-DF[1]. Os preços referentes aos insumos e aos produtos (milho, feijão, soja e algodão), para o período de janeiro de 1998 a dezembro de 2003, foram obtidos da base de dados do Instituto de Economia Agrícola, 2003. Para cálculo da receita bruta considerou-se o preço histórico médio do milho (R$ 0,20/kg), da soja (R$ 0,34/kg), do feijão (R$ 0,93/kg) e do algodão (R$ 0,63/kg) para o período de janeiro de 1998 a dezembro de 2003.

Resultados e Discussão

Na Tabela 2, observa-se que, no primeiro ano de plantio, não houve diferença significativa entre os rendimentos de grãos da soja, do feijão e do milho. No segundo ano (plantio direto), o rendimento do feijão do tratamento T5 (feijão-milheto-feijão) foi significativamente maior que o tratamento T14 (feijão-feijão). O maior rendimento do algodoeiro (algodão em caroço) foi o do tratamento com a rotação soja-milheto (T1) seguido dos tratamentos: soja-sorgo (T3), soja-aveia (T4), milho-aveia (T12), milho-nabo-forrageiro (T10) e milho-sorgo (T11). Os menores rendimentos foram os relativos aos tratamentos feijão-feijão (T14) sem o uso de plantas de cobertura e feijão-amaranto-feijão-nabo-forrageiro (T6), respectivamente. Segundo (EMBRAPA,1998), em doze ensaios conduzidos com preparo convencional, no período de 1996 e 1997, a produtividade média da BRS Antares foi de 3226 kg/ha e, em seis ensaios, conduzidos na safra de 1997/1998, no Cerrado de Mato Grosso e de Mato Grosso do Sul, a produtividade média foi de 3847,6 kg/ha.

[1] Comunicação telefônica do Dr. Laércio de Júlio, da Emater-DF a Dra. Jozeneida Lúcia Pimenta de Aguiar em 25 de julho de 2003.

Tabela 2. Efeito da rotação de culturas (*) no rendimento médio (t/ha) de grãos da soja, do feijão, do milho (1998/1999 , 1999/2000) e do algodoeiro herbáceo, cultivar BRS Antares (2000/2001).

Culturas	Trat. (1)	1998/1999 (PC)	1999/2000 (PD)	Algodão em caroço 2000/2001 (PD)
Soja	T1	2,70 a	3,00 a	4,70 a
	T2	2,70 a	3,00 a	2,60 bcd
	T3	2,60 a	3,20 a	3,60 abc
	T4	2,80 a	3,10 a	3,50 abc
	T13	2,60 a	2,70 a	2,70 bcd
CV(%)		8,82	8,88	
F		0,66*	0,19ns	
Feijão	T5	2,50 a	3,25 a	2,80 bc
	T6	2,70 a	2,65 ab	1,70 cd
	T7	2,50 a	3,10 ab	2,50 bcd
	T8	2,60 a	3,00 ab	2,20 bcd
	T14	2,70 a	2,40 b	1,00 d
CV(%)		10,89	11,11	
F		0,36ns	4,36*	
Milho	T9	6,6 a	6,0 a	2,9 bc
	T10	6,6 a	6,4 a	3,2 abc
	T11	5,9 a	7,2 a	3,0 abc
	T12	6,0 a	6,9 a	3,7 ab
	T15	7,0 a	6,0 a	2,7 bcd
CV(%)		13,37	14,04	27,19
F		6,17**	1,27ns	0,99ns

(*) Médias com a mesma letra em cada coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

(1) Sistemas de rotação: soja-milheto-soja-milheto-algodoeiro (T1); soja-amaranto-soja-nabo forrageiro-algodoeiro (T2); soja-sorgo-soja-sorgo-algodoeiro (T3); soja-aveia-soja-aveia-algodoeiro (T4); feijão-milheto-feijão-milheto-algodoeiro (T5); feijão-amaranto-feijão-nabo-forrageiro-algodoeiro (T6); feijão-sorgo- feijão-sorgo-algodoeiro (T7); feijão-aveia-feijão-aveia-algodoeiro (T8); milho-milheto-milho-milheto-algodoeiro (T9); milho-amaranto-milho-nabo-forrageiro-algodoeiro (T10); milho-sorgo-milho-sorgo- algodoeiro (T11); milho-aveia- milho-aveia-algodoeiro (T12); soja-soja-algodoeiro (T13); feijão-feijão-algodoeiro (T14) e milho-milho-algodoeiro (T15).

PC = Preparo Convencional
PD = Plantio Direto

Os componentes de rendimento do algodoeiro são apresentados na Tabela 3. Conforme (EMBRAPA, 1998), o algodoeiro (cultivar BRS Antares) colhido entre 130 e 150 dias apresenta porte médio de 136 cm de altura, média de oito capulhos/planta e em torno de 37,6% de fibras.

Tabela 3. Componentes de rendimento do algodoeiro, cultivar BRS Antares, em plantio direto no Cerrado: média da altura de plantas, número de capulhos por planta, peso do capulho, porcentagem de sementes e fibras.

Tratamento	Altura	Capulho/planta	Peso do capulho	Sementes	Fibras
(1)	cm	Número	(g)	(%)	(%)
T1	136	8	7	59	41
T2	137	4	3	55	45
T3	137	6	6	61	39
T4	138	6	5	62	38
T13	145	4	3	52	48
T5	138	4	3	57	43
T6	125	2	2	54	46
T7	123	4	3	58	42
T8	135	3	3	58	42
T14	135	2	2	57	43
T9	123	4	4	57	43
T10	126	5	4	58	42
T11	141	4	4	58	42
T12	134	6	5	60	40
T15	121	4	3	60	40

(1)Sistemas de rotação: soja-milheto-soja-milheto-algodoeiro (T1); soja-amaranto-soja-nabo-forrageiro-algodoeiro (T2); soja-sorgo-soja-sorgo-algodoeiro (T3); soja-aveia-soja-aveia-algodoeiro (T4); feijão-milheto-feijão-milheto-algodoeiro (T5); feijão-amaranto-feijão-nabo-forrageiro-algodoeiro (T6); feijão-sorgo-feijão-sorgo-algodoeiro (T7); feijão-aveia-feijão-aveia-feijão-algodoeiro (T8); milho-milheto-milho-milheto-algodoeiro (T9); milho-amaranto-milho-nabo-forrageiro-algodoeiro (T10); milho-sorgo-milho-sorgo-algodoeiro (T11); milho-aveia- milho-aveia-algodoeiro (T12); soja-soja-algodoeiro (T13); feijão-feijão-algodoeiro (T14) e milho-milho-algodoeiro (T15).

Observa-se na Tabela 4, que a maior incidência de plantas daninhas ocorreu nas áreas com os tratamentos T14, T6, T8. Nessas áreas, conforme a Tabela 2, os rendimentos do algodoeiro foram baixos. O algodoeiro herbáceo, por ser uma planta de crescimento inicial muito lento, é extremamente sensível à competição causada por plantas daninhas (ASHLEY, 1972). O período crítico de competição entre as plantas daninhas e o algodoeiro herbáceo é dos 15 aos 56 dias (BELTRÃO; MELHORANÇA, 1998). É importante a eliminação das plantas daninhas nos primeiros 60 dias após a emergência do algodoeiro. Esse período é crítico, e os danos são irreversíveis afetando dois componentes de produção: número de capulhos por planta e o peso médio de capulhos (BELTRÃO; BEZERRA, 1993).

Tabela 4. Levantamento de plantas daninhas nas áreas de plantio direto do algodoeiro herbáceo cultivar BRS Antares em rotação com a soja, feijão, milho e plantas de cobertura (1).

Plantas daninhas	Número de plantas/m²														
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15
Leiteiro	3	5	5	9	30	3	1	7	9	3	24	5	10	30	12
Trapueraba	2	6	9	3	4	6	20	3	2	4	-	3	4	20	-
Picão-preto	1	9		-	2		2	1	10	-	-	-	20	-	10
Coloninho	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	10	10
Corda-de-viola	-	8	-	2	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-
Timbete	2	-	-	1	3	20	10	6	3	2	10	10	1	10	6
Marmelada	1	1	-	1	1	-	11	-	-	1	-	-	1	10	10
Joá	1		-	9	-	-	-	10	10	1	-	-	-	-	-
Caruru	5	14	-	2	20	-	1	20	1	1	-	3	10	-	-
Pé-de-galinha	3	5	8	2	4	86	14	22	2	5	15	6	15	23	6
Erva-de-santa luzia	-	-	-	1	-	-	-	-	6	1	-	-	10	-	10
Maria-pretinha	-	-	-	6	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-
Poaia	2	-	-	-	-	2	13	4	1	1	-	-	2	20	10
Mastruço		22	6	4	10	9	9	5	28	21	4	2	7	7	5
Erva-quente	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	10	-
Carrapicho	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	4	-	-
Apaga-fogo	-	8	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	6
Braquiária (papuã)	-	2	1	-	2	3	1	2	1	2	3	-	1	4	2
Capim-colchão	10	15	3	-	6	3	5	3	2	15	10	3	8	10	10
Total	30	95	38	40	82	133	93	104	76	57	70	32	93	154	97

(1) Sistemas de rotação: soja-milheto-soja-milheto-algodoeiro (T1); soja-amaranto-soja-nabo-forrageiro- algodoeiro (T2); soja-sorgo-soja-sorgo-algodoeiro (T3); soja-aveia-soja-aveia-algodoeiro (T4); feijão-milheto-feijão-milheto-algodoeiro (T5); feijão-amaranto-feijão-nabo-forrageiro-algodoeiro (T6); feijão-sorgo- feijão-sorgo-algodoeiro (T7); feijão-aveia-feijão-aveia-feijão-algodoeiro (T8); milho-milheto-milho-milheto-algodoeiro (T9); milho-amaranto-milho-nabo-forrageiro-algodoeiro (T10); milho-sorgo-milho-sorgo- algodoeiro (T11); milho-aveia- milho-aveia-algodoeiro (T12); soja-soja-algodoeiro (T13); feijão-feijão-algodoeiro (T14) e milho-milho-algodoeiro (T15).

Na Tabela 5, observa-se, em cada sistema, a produção média da biomassa seca da soja, do feijão, do milho e das plantas de cobertura depositadas no solo. A produção de biomassa das plantas de cobertura foi relativamente baixa devido à falta de chuva nos períodos de desenvolvimento. O amaranto, plantado em março de 1999, depois da colheita do feijão, apresentou desenvolvimento muito lento favorecendo, conseqüentemente, o desenvolvimento acelerado de plantas daninhas; nas áreas com os tratamentos depois da colheita da soja (T2) e do milho (T10), as sementes do amaranto não germinaram por falta de umidade na camada superficial do solo. O nabo-forrageiro (substituiu o amaranto nos tratamentos T2, T6 e T10), plantado no ano 2000, depois da colheita das culturas, foi severamente atacado pelo pulgão (*Aphis gossypii*), principalmente, nas áreas do feijoeiro. Segundo Bernoit (1977), há dois períodos críticos durante o ciclo de desenvolvimento das plantas quanto à água disponível. O primeiro ocorre imediatamente depois do plantio, quando a planta está germinando. Um longo período de seca, nessa época, pode prejudicar a germinação. O segundo ocorre no florescimento quando a falta de água pode reduzir a produção. Stewart et al. (1975) observaram decréscimo significativo na produção do sorgo-granífero em todos os tratamentos em que houve deficit acentuado de água.

A cobertura morta, proveniente da rotação de culturas, desempenha importante papel no controle de plantas daninhas, pois, muitas sementes de certas espécies de plantas daninhas não germinam quando encobertas por uma camada uniforme de resíduo vegetal. De acordo com Roman e Velloso (1993), o atraso na germinação de plantas daninhas depende do tipo de resteva vegetal, de sua distribuição e quantidade. O milheto foi a planta de cobertura que mais produziu biomassa aérea. É provável que a ação do milheto seja em maior grau por competição, ainda que haja referências do efeito alelopático da palha em reduzir a germinação em até 70% das plantas daninhas (KUMAR, ABUD, 1990), Apud Pereira (1990). Almeida e Rodrigues (1984) verificaram existência de efeitos alelopáticos (estímulo, retardamento ou inibição da germinação de sementes) de diversas coberturas mortas sobre diferentes plantas daninhas em experimentos conduzidos em vaso. No campo, entretanto, esses efeitos são difíceis de serem comprovados, devido à grande diluição das substâncias alelopáticas no solo e a sua rápida decomposição pelos microrganismos (SANTOS; REIS, 2001).

Tabela 5. Produção (t/ha) média da biomassa aérea (*)da soja, do feijão, do milho e das plantas de cobertura (milheto, amaranto, nabo-forrageiro, sorgo e aveia-preta).

Tratamentos	1998/1999 Cultura[1]	1999 Cobertura [2]	1999/2000 Cultura [3]	2000 Cobertura[4]	Total Cobertura
	..... biomassa aérea (t/ha				
T1	6,8	5,0	5,7	6,0	11,0
T2	6,6	0,0	6,0	1,2	1,2
T3	7,3	3,7	6,3	3,8	7,5
T4	6,8	4,4	6,1	3,6	8,0
T13	6,9	0,0	6,3	0,0	0,0
T5	2,4	3,7	2,4	4,0	7,7
T6	2,5	1,5	2,6	2,5	4,0
T7	2,6	3,8	2,8	3,0	6,8
T8	2,4	2,5	2,7	2,7	5,2
T14	2,5	0,0	2,3	0,0	0,0
T9	12,0	3,2	15,8	4,0	7,2
T10	11,4	0,0	16,7	3,4	3,4
T11	12,2	4,3	18,3	3,0	7,3
T12	12,0	4,1	15,6	4,3	8,4
T15	11,7	0,0	14,7	0,0	0,0

(*) Biomassa aérea da soja e feijão (folhas + ramos), milho (folhas + colmo) e plantas de cobertura (folhas + ramos).

(1) Soja (T1, T2, T3, T4, T13), feijão (T5, T6 T7, T8, T14) e milho (T9, T10, T11, T12, T15).

(2) Plantas de cobertura: milheto (T1, T5, T9), amaranto (T2, T6, T10), sorgo (T3, T7, T11) e aveia-preta (T4, T8, T12).

(3) Soja (T1, T2, T3, T13) ,feijão (T5, T6, T7, T8, T14) e milho (T9, T10, T11, T12, T15).

(4) Plantas de cobertura: milheto (T1, T5, T9), nabo-forrageiro (T2, T6, T10), sorgo (T3, T7, T11) e aveia-preta (T4, T8, T12).

A aveia-preta (T4 e T12) controlou algumas plantas daninhas (papuã, picão-preto e poaia) de maior incidência entre os tratamentos (Tabela 4). Segundo Roman e Velloso (1993), a aveia-preta atinge controle de 100% de papuã (*Brachiaria plantaginea* Link) e picão-preto (*Bidens pilosa* L.) e proporciona excelente controle de poaia-branca (*Richardia brasiliensis* Gómez).

Observa-se que não houve diferença significativa no teor de matéria orgânica do solo (Tabela 6) devido à lenta decomposição dos materiais depositados na superfície e à textura do solo (64% de argila). Conforme Moody et al. (1961), o não-revolvimento do solo leva à decomposição mais lenta e gradual do material orgânico, tendo como conseqüência alterações físicas, químicas e biológicas do solo que irão repercutir na fertilidade e na produtividade das culturas. Por sua vez, conforme Derpsch et al. (1991), a combinação das culturas com plantas de cobertura (aveia-preta, milheto, sorgo) com relação C:N superior a 25 tende à maior permanência no solo. Na Tabela 5, observa-se que o teor de alumínio é baixo. Conforme Staut e Kurihara (1998), o algodoeiro é extremamente sensível à presença de alumínio no solo. Segundo esses autores, em solo com pH 5,5, o algodoeiro apresenta uma série de problemas nutricionais que limita sua produtividade.

Nos sistemas de rotação, o melhor desempenho produtivo ocorreu nas áreas cultivadas com milho que, em média, foram 135% e 126% superiores às cultivadas com o feijão e soja, respectivamente (Figura 1). Para o algodoeiro, o melhor desempenho produtivo foi obtido na área com rotação soja-milheto, com produção 68% superior às áreas com rotação com feijão e 61% com milho; porém, nas áreas com rotação soja-aveia-preta e soja-amaranto/nabo-forrageiro a produção do algodoeiro foi de 5,7% e 18,4% inferior à das áreas com rotação milho-aveia-preta e milho-amaranto/nabo-forrageiro respectivamente.

Em relação ao desempenho econômico, entretanto, observa-se que, nas áreas com feijão, os lucros operacionais foram superiores em média 312% aos das áreas cultivadas com milho e 374% aos das áreas com soja, cabendo às áreas com milho-sorgo e soja-amaranto os piores desempenhos. O bom desempenho está em função do preço do feijão que se manteve, no período de 1999 a 2003, em 365% e 173,5%, respectivamente, acima do preço da soja e do milho.

Tabela 6. Análise do solo das áreas (profundidade 0 a 20 cm) antes do plantio direto do algodoeiro herbáceo cultivar BRS Antares (*).

Trat. (1)	pH (água)	P (ppm)	Al	K	Ca + Mg	H + Al	V	MO
			.....(meq/100 g).....				.....(%).....	
T1	5,6 a	6,4 a	0,01 a	0,21 a	2,50 a	3,85 a	41 a	2,2 a
T2	5,7 a	5,9 a	0,01 a	0,19 a	2,39 a	3,57 a	42 a	2,0 a
T3	5,8 a	6,3 a	0,02 a	0,20 a	2,77 a	3,47 a	46 a	2,1 a
T4	5,6 a	5,7 a	0,01 a	0,20 a	2,27 a	3,70 a	40 a	2,1 a
T13	5,7 a	5,9 a	0,01a	0,17 a	2,52 a	3,74 a	42 a	2,1 a
T5	5,7 a	5,8 a	0,01 a	0,20 a	2,63 a	3,44 a	45 a	2,2 a
T6	5,6 a	6,3 a	0,01 a	0,18 a	2,29 a	3,51 a	41 a	2,1 a
T7	5,7 a	6,2 a	0,01 a	0,19 a	2,54 a	3,69 a	42 a	2,1 a
T8	5,5 a	6,0 a	0,01 a	0,21 a	2,25 a	3,74 a	40 a	2,1 a
T14	5,7 a	5,9 a	0,02 a	0,20 a	2,31 a	3,83 a	40 a	2,2 a
T9	5,6 a	5,7 a	0,01 a	0,19 a	2,50 a	3,77 a	42 a	2,1 a
T10	5,7 a	6,4 a	0,02 a	0,19 a	2,38 a	3,91 a	40 a	2,2 a
T11	5,8 a	6,4 a	0,03 a	0,17 a	2,22 a	3,93 a	38 a	2,2 a
T12	5,6 a	6,5 a	0,01 a	0,18 a	2,62 a	3,97 a	41 a	2,3 a
T15	5,7 a	5,2 a	0,01 a	0,20 a	2,79 a	3,62 a	44 a	2,2 a

(*) Médias com a mesma letra em cada coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.
(1) Sistemas de rotação: soja-milheto-soja-milheto-algodoeiro (T1); soja-amaranto-soja-nabo-forrageiro-algodoeiro (T2); soja-sorgo-soja-sorgo-algodoeiro (T3); soja-aveia-soja-aveia-algodoeiro (T4); feijão-milheto-feijão-milheto-algodoeiro (T5); feijão-amaranto-feijão-nabo-forrageiro-algodoeiro (T6); feijão-sorgo-feijão-sorgo-algodoeiro (T7); feijão-aveia-feijão-aveia-feijão-algodoeiro (T8); milho-milheto-milho-milheto-algodoeiro (T9); milho-amaranto-milho-nabo-forrageiro-algodoeiro (T10); milho-sorgo-milho-sorgo-algodoeiro (T11); milho-aveia-milho-aveia-algodoeiro (T12); soja-soja-algodoeiro (T13); feijão-feijão-algodoeiro (T14) e milho-milho-algodoeiro (T15).

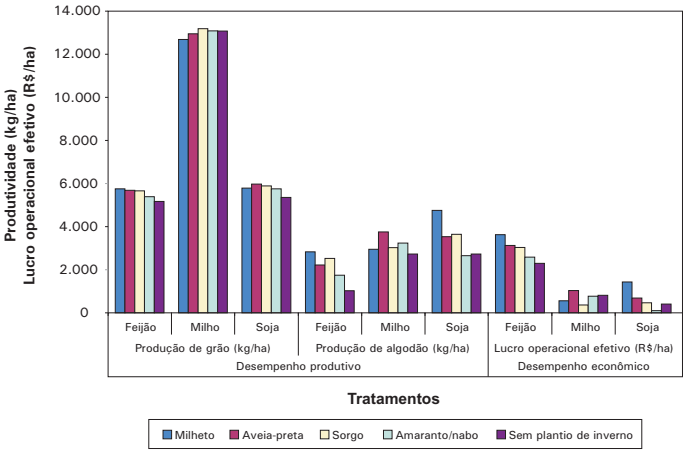

Figura 1. Desempenhos produtivo e econômico dos sistemas de rotação com feijão-algodão, milho-algodão e soja-algodão, em plantio direto, sobre a palhada do milheto, do amaranto/nabo, do sorgo e da aveia-preta.

Conclusão

1. Na rotação soja-milheto-soja-milheto-algodoeiro tem-se maior rendimento do algodoeiro; entretanto, o maior desempenho econômico é proporcionado pela rotação com o feijão.

Agradecimento

A Wilton Ribeiro de Rezende, Técnico Agrícola da Embrapa Cerrados, pela colaboração na condução dos experimentos.

Referências Bibliográficas

ALLISON, L. E. Organic carbon. In: BLACK, C. A; EVANS, D. D.; WHITE, J. L.; ENSMINGER, L. E.; CLARK, F. E. (Ed.). **Methods of soil analysis**: chemical and microbiological properties. Madison: American Society of Agronomy, 1965. pt. 2, p.1367-1378. (Agronomy, 9).

ALMEIDA, F. S.; RODRIGUES, B. N. **Guia de herbicidas**: contribuição para o uso adequado em plantio direto e convencional. Londrina: IAPAR, 1984. 482 p.

ASHLEY, D. A. C-Labelled photosynthetic translocation and utilization in cotton plants. **Crop Science**, Madison, v. 12, n. 1, p. 69-74, Jan./Feb. 1972.

BELTRÃO, N. E. de M.; BEZERRA, J. R. C. de M. **Recomendações técnicas para o cultivo do algodoeiro herbáceo de sequeiro e irrigado nas regiões nordeste e norte do Brasil**. Campina Grande: Embrapa CNPA, 1993. 72 p. (Embrapa CPAO. Circular Técnica, 17).

BELTRÃO, N. E. de M.; MELHORANÇA, A. L. Plantas daninhas: importância e controle. In: ALGODÃO: informações técnicas. Dourados: Embrapa-CPAO; Campina Grande: Embrapa CNPA, 1998. 267 p. (Embrapa CPAO. Circular Técnica, 7).

BERNOIT, P. The start of the growing season in Northen Nigeria. **Agricultural Meteorology**, Amsterdam, v. 18, p. 91-99, 1977.

BROWN, S. M.; WTITWELL, T.; TOUCHTON, J. T.; BURMESTER, C. H. Conservation tillage systems for cotton production. **Soil Science Society of America Journal,** Madison, v. 49, p. 1256-1260, 1995.

DERPSCH, R.; ROTH, C. H.; SIDIRAS, N.; KOPKE, U.; KRAUSE, R.; BLANKEN, J. **Controle da erosão no Paraná**: sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo convencionista do solo. Eschborn: GTZ, 1991. 272 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Algodão. **Antares**: cultivar de algodão com resistência múltipla a doenças para o Estado do Mato Grosso. Campina Grande, 1998. 1 folder.

GAMEIRO, A. H.; CARDOSO, C. E. L. **Custo de produção de mandioca no Estado de São Paulo, em fevereiro de 2003**: texto preliminar para discussão. Disponível em: <http://cepea.esalq.usp.br/zip/Analise_custo.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2003.

GRID-PAPP, I. L.; CIA, E.; FUZZATO, M. G.; SILVA, M. M.; FERRAZ, C. A. M.; CARVALHO, N. de; CARVALHO, L. H.; SABINO, N. P.; KONDO, J. L.; PASSO, S. M. de G.; CHIAVEGATO, E. J.; CAMARGO, P. P. de ; CAVALERJ, P. A. **Manual do produtor de algodão**. São Paulo: Bolsa de Mercadorias & Futuros, 1992. 158 p.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Preços mensais em preços agrícola**. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/imensal.htm>. Acesso em: 26 jun. 2003.

LAGIÈRE, R. **El algodón**. Barcelona: Blume, 1976. 279 p.

MARTIN, N. B.; SERRA, R.; OLIVEIRA, M. D. M.; ÂNGELO, J. A.; OKAWA, H. Sistema integrado de custos agropecuários - CUSTAGRI. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 7-27, jan. 1998.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. E. N. de; DULLEY, R. D.; OKAWA, H.; PEDROSO, I. A. Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA. **Agricultura de São Paulo,** São Paulo, v. 23, t. 1, p. 126-139, 1976.

MELO FILHO, J. F.; SILVA, J. R. C. Erosão, teor de água no solo e produtividade do milho em plantio direto e preparo convencional de um podzólico vermelho-amarelo no Ceará. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas. v.17, p. 291, 1993.

MOODY, J. E.; SHEAR, G. M.; JONES JR., J. N. Growing corn without tillage. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v. 6, p. 516-517, 1961.

MURPHY, J.; RILEY, J. R. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. **Analytica Chimica Acta**, Amsterdam, v. 27, p. 31-36, 1962.

PEREIRA, O. G. **Produtividade do milho (*Zea mays* L.) do sorgo (*Sorgum bicolor* L. Moench), da aveia (*Avena sativa*), do milheto (*Pennisetum americanum* L.) e do híbrido (S. bicolor x S.sudanense) e respectivos valores nutritivos sob a forma de silagem e verde picado**. 1990. 86 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

ROMAN, E. S.; VELLOSO, J. A. R. de O. Controle cultural, coberturas mortas e alelopatia em sistemas conservacionistas. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1993. p. 77-84.

SANTOS, H. P. dos; REIS, E. M. **Rotação de culturas em plantio direto**. Passo Fundo: Embrapa, CNTP, 2001. 212 p.

SMART, J. R.; BRADFORD, J. M. No-tillage cotton yields and economics for south Texas. In: BELT WIDE COTTON CONFERENCES, 1998, San Diego. **Proceedings**... Memphis: National Cotton Council, 1998. p. 624-626.

STAUT, L. A.; KURIHARA, C. H. Calagem, nutrição e adubação. In: ALGODÃO: informações técnicas. Dourados: Embrapa-CPAO; Campo Grande: Embrapa-CNPA, 1998. p. 51-70. (Embrapa-CPAO. Circular Técnica, 7).

STEWART, J. J.; MISRA, R. D.; PRUITT, W. O.; HAGAN, R. M. Irrigation corn and grain sorghum-with a deficient supply. **Transactions of the Asae**, St. Joseph, v. 18, n. 2, p. 270-280, 1975.

YAMAOKA, R. **Plantio direto no estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 1991. 241 p. (Circular Técnica, 23).