



Viabilidade econômica de sistemas de preparo do solo e métodos de controle de Tiririca em algodoeiro



Francineuma P. de Arruda¹, Alberício P. de Andrade², Napoleão E. de M. Beltrão³,
Walter E. Pereira⁴ & João R. F. Lima⁴

¹ CCA/UFPB. Campus II, CEP 58397-000. Areia, PB. Fone: 85 9969 0711. E-mail: neumarruda@yahoo.com.br (Foto)

² DSER/CCA/UFPB. Fone: (83) 362 2300. E-mail: andrade@cca.ufpb.br

³ Embrapa Algodão, Rua Osvaldo Cruz 1143, CP 174, CEP 58107-720, Campina Grande, PB. Fone: (83) 315 4300. Email: nbeltrao@cnpa.embrapa.br

⁴ DCFS/CCA/UFPB. Fone (83) 362 2300. E-mail: wep@cca.ufpb.br; jricardo@cca.ufpb.br

Protocolo 76 - 4/6/2004 - Aprovado em 5/5/2005

Resumo: As plantas infestadas são responsáveis por perdas significativas na produção do algodão a nível mundial, cujo controle é difícil e oneroso. Com o objetivo de se estimar custos de produção e analisar economicamente a eficiência da plasticultura e de métodos de controle de ervas daninhas na cultura do algodoeiro herbáceo irrigado e em sequeiro, utilizaram-se dados obtidos de ensaios conduzidos nos municípios de Barbalha e Missão Velha, no Cariri Cearense, determinando-se o custo de produção, a receita líquida, o índice de lucratividade e os indicadores de viabilidade econômica: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Relação Benefício-Custo (B/C). Verificou-se que tanto no cultivo irrigado como no cultivo de sequeiro, o método de controle de ervas daninhas mais eficiente e bem menos oneroso, foi o mecânico com preparo do solo convencional, e mais lucrativo no cultivo de sequeiro, apresentando maior VPL e TIR que os demais. O maior custo de produção por hectare foi obtido no cultivo irrigado, utilizando-se o método e controle integrado em sistema de preparo do solo com aiveca. O uso da plasticultura como método de controle de ervas daninhas, é economicamente viável apenas para o cultivo do algodoeiro de sequeiro.

Palavras-chave: plasticultura, *Cyperus rotundus*, custo de produção e lucratividade

Economic viability of soil preparation systems and methods of *Cyperus rotundus* control in cotton

Abstract: Weeds are responsible for significant losses in cotton production in the world and, its control is difficult and expensive. This work has the main objective to estimate production costs and analyse economically the efficiency of plasticulture and different methods of weeds control in irrigated and dry land herbaceous cotton, using data obtained in Barbalha and Missão Velha areas, in the state of Ceará, Brazil, evaluating production costs, net revenues, profitability index and economic viability indicators: Liquid Present Value (LPV), Ratio of Internal Return (RIT) and Benefit-Cost Ratio (B/C). It was verified that in irrigated as well as in rainfed crop, the more efficient and economically viable weed control method was the mechanical method with conventional preparation of the soil, being more lucrative in rainfed crop, with higher LPV and RIT. The high production per hectare was verified in irrigated crop, using as integrated system control in land preparation with moldboard plough. The plasticulture used a method of weed control is economically viable only for rainfed cotton.

Key words: *Cyperus rotundus*, plasticulture, production cost and profitability

INTRODUÇÃO

O algodoeiro herbáceo, devido ao crescimento inicial lento, metabolismo típico de plantas C₃ e raízes superficiais, é uma das culturas econômicas mais sensíveis à concorrência exercida pelas plantas daninhas (Beltrão & Azevedo, 1994). Estas promovem redução significativa na produção de fibras

e na qualidade do produto comercial (Bachega et al., 2000), causando maiores perdas ou danos a essa atividade agrícola, que as pragas e doenças. De maneira geral e quanto maior o período de convivência com as infestantes, maior também será o grau de interferência dependendo, entretanto, da época do ciclo da cultura em que ocorre a competição (Salgado et al., 2002).

A tiririca (*Cyperus rotundus*, L.) é uma infestante herbácea perene, que se multiplica por sementes e, vegetativamente, a partir de rizomas, bulbos e tubérculos subterrâneos. É considerada uma das espécies mais persistentes no mundo, em virtude da ação competitiva e ampla distribuição geográfica. Está presente em praticamente todos os países de clima tropical ou subtropical e, até mesmo, em regiões de clima temperado. No Brasil, é registrada em toda a extensão territorial (Ricci et al., 2000).

O controle desta planta é um dos fatores significativos no sistema de produção e, ao mesmo tempo, difícil e oneroso. Para Pitelli (1990), o método mais eficaz para controlar essas infestantes é o uso combinado de diferentes práticas, que visam melhor aproveitamento dos recursos disponíveis, maior eficácia e menor custo. O bom preparo do solo, um dos métodos mais eficientes de controle de ervas daninhas (Beltrão & Azevedo, 1994), associado a outros métodos de controle, pode ser uma alternativa eficaz e minimizadora de custos, visto que um bom preparo favorece o estabelecimento, crescimento, desenvolvimento e rendimento do algodoeiro; além disso, a inversão da leiva efetuada pelo arado, proporciona elevada mortalidade dos diásporos e das partes vegetativas das infestantes enterradas (Harper, 1977).

Dos métodos de controle de plantas invasoras, o químico, via uso de herbicidas, em virtude do custo com de mão-de-obra e ação mais eficiente e rápida quando comparada com a capina manual ou mecânica é, hoje, o mais utilizado na cotonicultura, porém causa injúria às plantas do algodoeiro que, muitas vezes, são confundidas com sintomas de doenças e outras causas (Beltrão et al., 2001). O método mecânico, além de oneroso é muito lento. Estima-se que sejam necessários de 15 a 20 dia-homens para capinar um hectare de algodão fortemente infestado (Azevedo et al., 2001). Neste sentido, a plasticultura surge como alternativa para o controle de ervas daninhas, uma vez que o uso da cobertura morta por plástico preto reduz a sua incidência, visto que a maioria delas é sensível à luz e não germina embaixo dessa cobertura; além disso, segundo Diniz (1996), com esta técnica é preciso capinar apenas em 30% da área; no entanto, a adoção de qualquer medida de controle de plantas daninhas deve ser compatível com o meio no qual está inserida, causar o mínimo de impacto e maior eficiência em termos de controle e viabilidade econômica, pois todo produtor visa à maior produção por unidade de área, menor custo e melhor qualidade do produto.

Associado ao estudo de custo de produção, deve-se realizar uma análise da rentabilidade e viabilidade econômica da atividade; para tanto, alguns indicadores são utilizados, como valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR) e relação benefício-custo, os quais são obtidos a partir do fluxo de caixa da atividade.

O VPL, que corresponde à soma algébrica dos valores do fluxo líquido do projeto, subtraído da taxa de desconto atualizada referente à atividade ou projeto, é o indicador básico da análise de viabilidade de projetos, sendo considerado economicamente inviável se o VPL for menor que zero (Azevedo Filho, 1995); a taxa interna de retorno (TIR) é a taxa de juros que iguala o valor dos benefícios do projeto ao valor presente de seus custos, sendo um projeto viável se apresentar

TIR superior ao custo de oportunidade do investidor; entretanto, a TIR possui algumas limitações razão por que não deve ser utilizada como o único método de avaliação de projetos, mas, sim, estar sempre acompanhada do VPL (Ross et al., 1996). A relação custo-benefício (B/C) representa o rendimento do projeto em valores atuais absolutos, para cada unidade de custo.

Assim objetivou-se, com este trabalho, estimar e analisar custos de produção, eficiência e viabilidade econômica da plasticultura e de diferentes métodos de controle de ervas invasoras, sob dois sistemas de preparo do solo na cultura do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch), cv. BRS 201, em condições de sequeiro e irrigado, na Microrregião do Cariri Cearense.

MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliação econômica dos métodos de controle de ervas daninhas e dos sistemas de preparo do solo na cultura do algodoeiro herbáceo, utilizaram-se dados obtidos em dois experimentos conduzidos nos Campos Experimentais de Barbalha e Missão Velha, ambos localizados na Microrregião do Cariri, CE, e pertencentes ao Centro Nacional de Pesquisa do Algodão da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – CNPA/EMBRAPA, unidade de Campina Grande, PB.

Os experimentos foram conduzidos em duas etapas: a primeira constou de um ensaio em condições irrigadas, realizado no Campo Experimental de Barbalha, CE, a 7° 18' 45" de Latitude Sul e 39° 18' 45" de Longitude Oeste de Greenwich, com altitude de aproximadamente 415 m, no período de julho a dezembro de 2002; a segunda, de um experimento em condições de sequeiro no Campo Experimental de Missão Velha, CE, a 7° 14' 59" de Latitude Sul e 39° 08' 35" de Longitude Oeste de Greenwich, com 361 m de altitude, no período de janeiro a junho de 2003. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região onde estão inseridos os referidos municípios, é do tipo Aw' - Tropical chuvoso, com estação chuvosa no outono.

Para os dois ensaios, adotou-se o delineamento experimental de blocos casualizados em parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas se compunham de dois tipos de preparo do solo, convencional com arado de discos e preparo com aiveca a 35 cm de profundidade. As subparcelas constaram de cinco métodos de controle da tiririca, mecânico com capinas manuais; químico, utilizando-se glyphosate na dosagem de 5,0 L ha⁻¹; cultural, com camalhões cobertos com plástico polietileno preto; integrado, camalhões cobertos com plástico polietileno preto e herbicida preemergente na primeira etapa (condições irrigadas) e camalhões, coberto com plástico polietileno preto e capina nas entrelinhas, na segunda etapa (condições de sequeiro) e a testemunha - tratamento sem controle da tiririca.

No preparo do solo convencional foram realizadas uma aração cruzada com arado de discos acoplado a um trator MF 292 e duas gradagens com grade niveladora leve Tatu GH 32. Para o experimento em ambiente irrigado foram abertos sulcos em todas as parcelas para irrigação, sendo aplicada uma lâmina de 523,89 mm de água, calculada em função da estimativa da evapotranspiração, com tempo de irrigação determinado pela

equação de infiltração de Kostiakov-Lewis; já para o ensaio em condições de sequeiro, além do preparo convencional e com aiveca a 35 cm de profundidade para melhor incorporação das ervas daninhas, construíram-se camalhões conforme o espaçamento preestabelecido para o ensaio. No tratamento com cobertura plástica, em ambos os ensaios foram distribuídos, nas linhas de plantio das parcelas, plásticos polietileno preto, sobre os camalhões e fixados lateralmente com terra contendo, na distância entre covas, furos de 6,0 cm de diâmetro, nos quais foram depositadas as sementes. Nas parcelas com controle integrado (plástico e herbicida) da tiririca na primeira etapa foram aplicados, antes da distribuição do plástico nos camalhões, os herbicidas preemergentes Herburon 500 e Herbadox 500, na dosagem de 2,7 + 1,8 L ha⁻¹, respectivamente. No método de controle químico, misturaram-se ao herbicida pós-emergente, 3,0 kg ha⁻¹ de uréia para facilitar a absorção, e 1,5 L ha⁻¹ do adesivo Wil fix que funciona como protetor para as plantas e cuja mistura foi aplicada com jato dirigido e chapéu de Napoleão. Devido à alta incidência de tiririca no local (57,55 plantas m⁻²) tanto o método de controle mecânico como o químico foram feitos manualmente, por meio de capinas com enxada e pulverizador costal, respectivamente, com intervalos de quinze dias.

Utilizou-se a cultivar de algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. r. *Latifolium* Hutch) BRS 201, proveniente do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - CNPA/EMBRAPA, nos dois experimentos. Todos os tratamentos receberam dosagens iguais de NPK, na forma de sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente, de acordo com os resultados da análise química e da exigência da cultura. As pragas foram controladas segundo os níveis de dano, com uso racional de inseticidas, adotando-se o manejo integrado de pragas recomendado pela EMBRAPA/CNPA (Araújo et al., 1999).

Na estimativa do custo de produção utilizou-se a metodologia de custo operacional de produção, do Instituto de Economia Agrícola – IEA, proposta por Matsunaga et al. (1976); o custo operacional incluiu as despesas com serviços de terceiros em operações mecanizadas e manuais e com material consumido (insumo). O custo operacional de cada método de controle de ervas invasoras foi calculado isoladamente e sua soma com o custo operacional de serviços de terceiros e insumos, constitui o custo de produção total da cultura, em função dos tratamentos avaliados. Nas operações referentes ao sistema de cultivo foram computados os materiais consumidos e o tempo necessário de máquinas e mão-de-obra para realização de cada operação definindo-se, nos dois casos os coeficientes técnicos em termos de hora-trator e dia-homem.

Para determinar a lucratividade do algodoeiro foram calculadas, segundo Martin et al. (1997), a receita bruta, como o produto da quantidade produzida pelo preço médio de venda; a receita líquida, como a diferença entre a receita bruta e o custo total de produção, e o índice de lucratividade, entendido como igual à proporção da receita bruta, que se constitui em recursos disponíveis após a cobertura do custo total de produção. Considerou-se, através de pesquisa de mercado, o

preço médio do kg de algodão em caroço de R\$ 1,50, de R\$ 4,50 para o kg de pluma e de R\$ 0,60 para o kg de caroço de algodão.

Os dados referentes às despesas com serviços de terceiros e métodos de controle de ervas invasoras foram obtidos em levantamento de campo e, para a despesa com insumos, tomou-se como base o preço de cada produto utilizado, vigente no comércio.

Para avaliar a viabilidade econômica dos métodos de controle de ervas invasoras e dos sistemas de preparo do solo, levou-se em consideração o valor do dinheiro no tempo e o custo de oportunidade, ou taxa mínima de atratividade de retorno (TMA) de 10% a.a., a partir da qual o investidor considera que está obtendo ganho financeiro no investimento escolhido. Para tanto determinou-se, em todos os tratamentos, o índice VPL (valor presente líquido), a TIR (taxa interna de retorno) e a relação benefício-custo (B/C), por formarem a base da engenharia econômica e indicarem, do ponto de vista econômico, a melhor alternativa de investimento, utilizando-se o software engenharia econômica v 1.0, da Escola Federal de Engenharia de Itajubá – EFEI como descrito em Almeida (1996).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando-se o custo médio por hectare obtido para cinco diferentes métodos de controle de ervas invasoras em dois sistemas de preparo do solo irrigado no Cariri Cearense (Tabelas 1 e 2), encontra-se maior receita líquida média no valor de R\$ 884,00 ha⁻¹ e R\$ 1.958,00 ha⁻¹ para algodão em caroço e algodão em pluma com caroço, respectivamente, quando cultivado com o preparo convencional do solo e se utilizando o método mecânico de controle de tiriricas. Neste método, as plantas permaneceram livres de ervas infestantes durante todo o ciclo.

Com o sistema de preparo do solo com aiveca na profundidade de 35 cm, ocorreu diminuição significativa, tanto na receita líquida quanto no índice de lucratividade do algodão no método mecânico, enquanto para as parcelas testemunha a receita líquida foi negativa em ambos os sistemas de preparo do solo (Tabela 2).

Quando se utilizaram os métodos de controle químico, integrado e a testemunha (sem controle de tiriricas) observou-se que, embora a receita líquida e o índice de lucratividade, exceto para o algodão em pluma + caroço no método de controle químico, tenha sido negativo, o prejuízo foi menor com a utilização do sistema de preparo do solo com aiveca. Sabendo-se que o custo total de produção com o preparo do solo por aiveca é superior, independente do método de controle de ervas daninhas, ao sistema de preparo do solo convencional, pode-se deduzir que a aiveca, por efetuar melhor e maior inversão da leiva, favoreceu a mortalidade das partes vegetativas das infestantes enterradas no solo (Harper, 1977) diminuindo, conseqüentemente, a competição destas com a cultura, proporcionando maior produtividade em relação ao preparo convencional (Tabela 2); no entanto, para favorecer o desenvolvimento da cultura e diminuir a competição com a tiririca, além do preparo do solo é necessário utilizar-se métodos de controle, que variam quanto à eficiência e ao custo.

Pode-se observar, na Tabela 2, que os métodos de controle cultural e integral, nos quais se utilizou o plástico polietileno preto como cobertura do solo, além de apresentarem custo de

Tabela 1. Custo de produção, por hectare, do algodão herbáceo, cv. BRS 201, irrigado, em função de dois sistemas de preparo do solo e cinco métodos de controle de ervas invasoras no Cariri, CE

Discriminação	Unid.	Quant	Valor médio (R\$ 1,00)	
			Unid.	Total
1. Serviços de terceiros				
1.1. Preparo do solo				
a) Convencional	h τ^{-1}	4	25,00	100,00
b) Com aiveca	h τ^{-1}	8	25,00	200,00
1.2. Plantio e replantio	d h $^{-1}$	3	8,00	24,00
1.3. Desbaste	d h $^{-1}$	2	8,00	16,00
1.4. Adubação	d h $^{-1}$	6	8,00	48,00
1.5. Amostragem de pragas	d h $^{-1}$	4	8,00	32,00
1.6. Catação de botões florais	d h $^{-1}$	4	8,00	32,00
1.7. Pulverizações (8)	d h $^{-1}$	8	8,00	64,00
1.8. Irrigação (16)	d h $^{-1}$	18	8,00	144,00
1.9. Colheita manual (2)	d h $^{-1}$	20	8,00	160,00
1.10. Erradicação de soqueira	d h $^{-1}$	6	8,00	48,00
2. Insumos				
2.1. Sementes	kg	15	4,00	60,00
2.2. Inseticidas				
c) Marshal	L	1	45,00	45,00
d) Thiodan	L	2	28,00	56,00
e) Decis 100 CE	L	0,2	100,00	20,00
2.3. Fertilizantes (50-60-30)				
f) Sulfato de amônio	kg	250	0,72	180,00
g) Superfosfato triplo	kg	137	0,91	124,67
h) Cloreto de potássio	kg	50	0,81	40,50
2.4. Energia (consumo)	kw	1600	0,13	208,00
CUSTO OPERACIONAL (1+2) (A)				
Preparo convencional do solo (A1)				1402,17
Preparo do solo com aiveca (A2)				1502,17
3. Custo com métodos de controle				
3.1. Mecânico				192,00
i) Capina manual (4)	d h $^{-1}$	24	8,00	192,00
3.2. Químico				134,17
j) Pulverizações com jato dirigido	d h $^{-1}$	3	8,00	24,00
k) Herbicida (Glyphosato)	L	5	20,00	100,00
l) Espalhante adesivo	L	1,5	5,00	7,50
m) Uréia	kg	3	0,89	2,67
3.3. Cultural				1427,86
n) Cobertura do solo	d h $^{-1}$	10	8,00	80,00
o) Plástico polietileno preto	m 2	7094	0,19	1347,86
3.4. Integrado				1514,26
p) Cobertura do solo	d h $^{-1}$	10	8,00	80,00
q) Plástico polietileno preto	m 2	7094	0,19	1347,86
r) Herburon 500	L	2,7	20,00	54,00
s) Herbadox 500	L	1,8	18,00	32,40
3.5. Testemunha	-	-	-	0,00
CUSTO DE PRODUÇÃO (A + 3)				
Para preparo convencional do solo				
Mecânico (A1 + 3.1)	-	-	-	1594,17
Químico (A1 + 3.2)	-	-	-	1536,34
Cultural (A1 + 3.3)	-	-	-	2830,03
Integrado (A1 + 3.4)	-	-	-	2916,43
Testemunha (A1 + 3.5)	-	-	-	1402,17
Para preparo com aiveca (35 cm)				
Mecânico (A2 + 3.1)	-	-	-	1694,17
Químico (A2 + 3.2)	-	-	-	1636,34
Cultural (A2 + 3.3)	-	-	-	2930,03
Integrado (A2 + 3.4)	-	-	-	3016,43
Testemunha (A2 + 3.5)	-	-	-	1502,17

A1 – Custo de produção total utilizando-se preparo do solo convencional
 A2 – Custo de produção total utilizando-se a aiveca para o preparo do solo

produção superior aos demais, em virtude do preço elevado do plástico no mercado, não favoreceram a produtividade do algodoeiro. Este resultado se deve, provavelmente, ao fato de, nesses métodos, ter ocorrido excesso de umidade no solo e competição da cultura com a tiririca, que emergiu e permaneceu nas entrelinhas das parcelas durante todo o ciclo da cultura. Segundo Arruda (1999), o efeito positivo da cobertura plástica é observado apenas quando a precipitação pluviométrica é insuficiente para o cultivo da cultura, pois este tipo de sistema de manejo, especialmente em preparos do tipo camalhões em nível, pode favorecer infiltração maior de água na parte descoberta do solo, devendo proporcionar, também, maior retenção de água na superfície do solo. Para Diniz (1996), os sistemas de manejo do solo com coberturas plásticas, além de diminuir a evaporação e a amplitude de variação hídrica e térmica do solo, evitam a incidência de plantas daninhas na parte coberta do solo, havendo necessidade de capinar a parte do solo que permanecer exposta à luz.

Quanto aos demais métodos de controle nota-se, ainda na Tabela 2 que o método mecânico, apesar de apresentar maior custo de produção em relação ao químico, proporcionou a maior receita líquida e o maior índice de lucratividade de todos os métodos, em ambos os sistemas de preparo do solo. Tal resultado se deve sem dúvida, ao fato de, nesse método, as plantas terem permanecido, durante todo o ciclo, livres da competição de ervas invasoras resultando, conseqüentemente, em maior produtividade. De acordo com Salgado et al. (2002), quanto maior o período de convivência com as infestantes, menor será a produtividade da cultura. No método químico, embora as plantas não tenham sofrido competição das ervas infestantes, podem ter sofrido injúrias em virtude da aplicação do herbicida glyphosate.

Analisando-se a receita líquida do cultivo em diferentes métodos de controle de ervas daninhas, vê-se que ela só foi negativa quando se obtiveram baixas produções e custo total de produção elevado (Tabela 2), não se conseguindo, com isto, cobrir o custo da produção; da mesma forma, ao se considerar o custo total de produção tem-se que a receita líquida só foi positiva para os tratamentos que alcançaram as maiores produções por hectare. Outra explicação para a receita negativa é o alto valor cobrado pelo m 2 do plástico polietileno preto, usado em coberturas do solo quando comprado em pequena quantidade.

A baixa produtividade do algodoeiro em condições irrigadas, observada neste trabalho, pode ser justificada pela presença de uma camada de impedimento no solo que, certamente, dificultou e limitou o crescimento radicular e o conseqüente desenvolvimento do algodoeiro. Em unidades demonstrativas da Embrapa Algodão e parceiros, são obtidos rendimentos médios de algodão irrigado entre 3.000 e 4.000 kg ha $^{-1}$ (Barros et al., 2003).

Do custo médio de produção de um hectare de algodão em sequeiro (Tabela 3), calculou-se uma receita líquida de R\$ 2.279,29 ha $^{-1}$, utilizando-se o custo médio de produção obtido para o método mecânico de controle de ervas invasoras e sistema convencional de preparo do solo (Tabela 4), e de R\$ 1.764,31 ha $^{-1}$ quando se utilizou, com este mesmo método de controle, o sistema de preparo do solo com aiveca a 35 cm de

Tabela 2. Custo e rentabilidade da produção, por hectare, do algodão herbáceo, cv. BRS 201, irrigado, em função de dois sistemas de preparo do solo e cinco métodos de controle de ervas invasoras no Cariri, CE

Item*	Métodos de controle de ervas invasoras				
	Mec.	Quím.	Cult.	Integ.	Test.
Custo total da produção (R\$ ha ⁻¹)					
Preparo convencional	1594,17	1536,34	2830,03	2916,43	1402,17
Preparo com aiveca	1694,17	1636,34	2930,03	3016,43	1502,17
Produção (R\$ ha ⁻¹)					
Preparo convencional					
Algodão C	1652,01	804,82	398,71	470,00	0,00
Algodão P	656,60	314,98	157,35	185,71	0,00
Preparo com aiveca					
Algodão C	1183,83	962,49	319,20	934,66	226,65
Algodão P	460,94	379,42	125,49	374,01	137,96
Receita Bruta (R\$ ha ⁻¹)					
Preparo convencional					
Algodão C	2478,02	1207,23	598,07	705,00	0,00
Algodão P + C	3551,95	1711,31	852,90	1006,27	0,00
Preparo com aiveca					
Algodão C	1775,75	1443,74	478,80	1401,99	339,98
Algodão P + C	2507,96	2057,23	680,94	2019,44	674,03
Receita Líquida (R\$ ha ⁻¹)					
Preparo convencional					
Algodão C	883,85	-329,11	-2231,97	-2211,43	-1402,17
Algodão P + C	1957,78	174,97	-1977,14	-1910,17	-1402,17
Preparo com aiveca					
Algodão C	81,58	-192,61	-2451,23	-1614,44	-1162,20
Algodão P + C	813,79	420,89	-2249,10	-997,00	-828,14
Índice de lucratividade (%)					
Preparo convencional					
Algodão C	35,67	-27,26	-373,20	-313,68	100
Algodão P + C	55,12	10,22	-231,81	-189,83	100
Preparo com aiveca					
Algodão C	4,59	-13,34	-511,95	-115,15	-341,84
Algodão P + C	32,45	20,46	-330,29	-49,37	-122,86

* Algodão C - Algodão em Caroco; Algodão P - Algodão em Pluma

profundidade. Observa-se que o sistema de preparo do solo convencional, além de apresentar menor custo operacional que o preparo com aiveca (Tabela 3) proporcionou maior produtividade ao algodoeiro, provavelmente em virtude das características físico-químicas do solo argilo-arenoso, que favoreceu o desenvolvimento da cultura, independentemente do implemento utilizado no seu preparo.

Assim como no cultivo irrigado, dos métodos de controle avaliados neste trabalho o mecânico foi o mais eficiente, superando os demais tanto em receita líquida quanto em índice de lucratividade, independentemente do sistema de preparo do solo. O índice de lucratividade calculado para o preparo convencional, foi de 62,13 e 54,23% para o preparo com aiveca (Tabela 4). Este resultado pode ser explicado pela ausência de competição com ervas invasoras, uma vez que, neste método o algodoeiro foi mantido, durante todo o ciclo, livre de infestantes e de possíveis injúrias causadas por herbicidas

Tabela 3. Custo de produção, por hectare, do algodão herbáceo, cv. BRS 201, em sequeiro, em função de dois sistemas de preparo do solo e cinco métodos de controle de ervas invasoras no Cariri, CE

Discriminação	Un	Quant	Valor médio (R\$ 1,00)	
			Unit.	Total
1. Serviços de terceiros				
1.1. Preparo do solo				
a) Convencional	h t ⁻¹	04	25,00	100,00
b) Com aiveca	h t ⁻¹	08	25,00	200,00
1.2. Plantio e replantio manual	d h ⁻¹	03	8,00	24,00
1.3. Desbaste	d h ⁻¹	02	8,00	16,00
1.4. Adubação	d h ⁻¹	06	8,00	48,00
1.5. Amostragem de pragas	d h ⁻¹	04	8,00	32,00
1.6. Catação de botões florais	d h ⁻¹	04	8,00	32,00
1.7. Pulverizações (8)	d h ⁻¹	08	8,00	64,00
1.8. Colheita manual (2)	d h ⁻¹	25	8,00	200,00
1.9. Erradicação de soqueira	d h ⁻¹	06	8,00	48,00
2. Insumos				
2.1. Sementes	kg	15	4,00	60,00
2.2. Inseticidas				
c) Marshal	L	01	45,00	45,00
d) Rostathion	L	1,5	30,00	45,00
e) Thiodan	L	02	28,00	56,00
f) Decis 100 CE	L	0,2	100,00	20,00
2.3. Fertilizantes (90-50-20)				
g) Sulfato de amônio	kg	450	0,72	324,00
h) Superfosfato triplo	kg	114	0,91	103,74
i) Cloreto de potássio	kg	34	0,81	27,54
CUSTO OPERACIONAL (1+2) (A)				
Preparo convencional do solo (A1)				1245,28
Preparo do solo com aiveca (A2)				1345,28
3. Custo com métodos de controle				
3.1. Mecânico				144,00
j) Capina manual (3)	d h ⁻¹	18	8,00	144,00
3.2. Químico				126,17
k) Pulverizações (Jato dirigido)	d h ⁻¹	02	8,00	16,00
l) Herbicida (Glyphosato)	L	05	20,00	100,00
m) Espalhante adesivo	L	1,5	5,00	7,50
n) Uréia	kg	03	0,89	2,67
3.3. Cultural				1143,46
o) Construção de camalhões	h t ⁻¹	02	25,00	50,00
p) Cobertura do solo	d h ⁻¹	10	8,00	80,00
q) Plástico polietileno preto	m ²	5334	0,19	1013,46
3.4. Integrado				1191,46
r) Construção de camalhões	d h ⁻¹	02	25,00	50,00
s) Cobertura do solo	d h ⁻¹	10	8,00	80,00
t) Plástico polietileno preto	m ²	5334	0,19	1013,46
u) Capina manual (3)	d h ⁻¹	06	8,00	48,00
3.5. Testemunha	-	-	-	0,00
CUSTO DE PRODUÇÃO (A + 3)				
Para preparo convencional do solo				
Mecânico (A1 + 3.1)	-	-	-	1389,28
Químico (A1 + 3.2)	-	-	-	1371,45
Cultural (A1 + 3.3)	-	-	-	2388,74
Integrado (A1 + 3.4)	-	-	-	2436,74
Testemunha (A1 + 3.5)	-	-	-	1245,28
Para preparo com aiveca (35 cm)				
Mecânico (A2 + 3.1)	-	-	-	1489,28
Químico (A2 + 3.2)	-	-	-	1471,45
Cultural (A2 + 3.3)	-	-	-	2488,74
Integrado (A2 + 3.4)	-	-	-	2536,74
Testemunha (A2 + 3.5)	-	-	-	1345,28

A1 - Custo de produção total utilizando-se preparo do solo convencional

A2 - Custo de produção total utilizando-se a aiveca para o preparo do solo

Tabela 4. Custo e rentabilidade da produção, por hectare, do algodão herbáceo, cv. BRS 201, em sequeiro, em função de dois sistemas de preparo do solo e cinco métodos de controle de ervas invasoras no Cariri, CE. Missão Velha, 2003

Item*	Métodos de controle de ervas invasoras				
	Mec.	Quím.	Cult.	Integ.	Test.
Custo total da produção (R\$ ha ⁻¹)					
Preparo convencional	1389,28	1371,45	2388,74	2436,74	1245,28
Preparo com aiveca	1489,28	1471,45	2488,74	2536,74	1345,28
Produção (R\$ ha ⁻¹)					
Preparo convencional					
Algodão C	2445,71	2241,72	1953,20	2117,14	1245,28
Algodão P	674,48	679,99	634,43	723,06	1345,28
Preparo com aiveca					
Algodão C	2169,06	2032,20	2217,90	2178,23	952,31
Algodão P	685,10	673,91	679,06	718,35	250,13
Receita Bruta (R\$ ha ⁻¹)					
Preparo convencional					
Algodão C	3668,57	3362,58	2929,80	3175,71	1741,38
Algodão P + C	4097,90	3997,00	3646,20	4090,22	1920,73
Preparo com aiveca					
Algodão C	3253,59	3048,30	3326,85	3267,35	1428,47
Algodão P + C	3973,33	3847,57	3979,07	4108,51	1546,90
Receita Líquida (R\$ ha ⁻¹)					
Preparo convencional					
Algodão C	2279,29	1991,13	541,06	738,97	496,10
Algodão P + C	2708,62	2625,55	1257,46	1653,48	675,45
Preparo com aiveca					
Algodão C	1764,31	1576,85	938,11	730,61	83,19
Algodão P + C	2484,05	2376,12	1490,33	1571,77	201,62
Índice de lucratividade (%)					
Preparo convencional					
Algodão C	62,13	59,21	18,47	23,27	28,49
Algodão P + C	66,10	65,69	34,49	40,43	35,17
Preparo com aiveca					
Algodão C	54,23	51,73	28,20	22,36	5,82
Algodão P + C	62,52	61,76	37,45	38,26	13,03

* Algodão C - Algodão em Carvão; Algodão P - Algodão em Pluma

(utilizado no método de controle químico). Segundo Nóbrega et al. (1997) a competição imposta pelas plantas invasoras é um fator limitante da produção final da cultura, enquanto os herbicidas podem causar injúrias às plantas do algodoeiro, que são muitas vezes confundidas com sintomas de doenças, reduzindo o desenvolvimento e a produção da cultura (Azevedo et al., 2001).

Os métodos de controle cultural e integrado, embora tenham proporcionado boa produtividade, 2.217,90 kg ha⁻¹ e 2.178,23 kg ha⁻¹, respectivamente, superando o mecânico e o químico no sistema de preparo do solo com aiveca, sua receita líquida e o índice de lucratividade foram inferiores aos dos demais métodos, exceto da testemunha, em virtude do valor cobrado pelo m² do plástico polietileno preto, ainda elevado no mercado, o que aumenta, em mais de 50%, o seu custo de produção. A testemunha na qual as plantas competiram com as ervas invasoras durante todo o ciclo, proporcionou a menor

produtividade, receita líquida e índice de lucratividade observados neste trabalho (Tabela 4) cujo resultado confirma a afirmação de que a competição das plantas invasoras com o algodoeiro pode reduzir em até 95% a produção da cultura, dependendo das espécies de plantas daninhas presentes na lavoura (Garcia, 1997).

Ainda com relação aos métodos de controle cultural e integrado, os resultados observados na Tabela 4 reafirmam a citação de Arruda (1999) quanto à utilização da plasticultura. Apesar do algodoeiro ser cultivado em sequeiro, durante o período de condução do experimento (fevereiro a julho de 2003) ocorreu precipitação pluvial em torno de 1001,70 mm, durante este período, além de alguns encharcamentos de solo no local do experimento, prejudicando o desenvolvimento da cultura. Segundo Santos (1998) a resposta do algodoeiro ao sistema de manejo com cobertura plástica está condicionada à quantidade e, principalmente, à distribuição da precipitação pluviométrica durante o ciclo da cultura, ou seja, na dependência da influência que a cobertura plástica exerce sobre a disponibilidade de água do solo. Diniz (1996) encontrou um número maior de estruturas reprodutivas (botões, flores e maçãs), melhor controle de plantas invasoras, temperatura e conteúdo de água no solo, quando utilizou plástico de polietileno preto na cobertura do solo, mas observou que durante este período a distribuição da precipitação pluviométrica na região foi regular até 82 dias após o plantio e, deste período em diante choveu apenas um dia. Outra explicação para reduzir a produção do algodão no método de controle cultural, foi a presença de ervas invasoras nas entrelinhas do cultivo durante todo o ciclo, competindo com a cultura em água, luz e nutrientes.

Quanto à produtividade observa-se, na Tabela 4 que, exceto para a testemunha, a produção de algodão por hectare foi superior à da média encontrada nas unidades demonstrativas da Embrapa Algodão e parceiros, em condições de sequeiro que, segundo Barros et al. (2003) varia de 1.500 a 2.000 kg ha⁻¹ de algodão em caroço.

Na Tabela 5 constam quatro indicadores de avaliação para análise da viabilidade econômica dos métodos de controle de ervas daninhas e sistemas de preparo do solo com o algodoeiro irrigado e em sequeiro, valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR) e relação benefício-custo (B/C) a uma taxa mínima de atratividade de retorno de 10% a.a. Como se observa para o cultivo do algodoeiro irrigado, somente o método de controle de ervas daninhas mecânico no sistema de preparo do solo convencional é economicamente viável, já que apenas para este método e para o sistema, a TIR é maior que o custo de oportunidade (TMA); o VPL é positivo (R\$ 452,34) e o B/C é de 1,32, ou seja, de cada R\$ 1,00 gasto, retorna R\$1,32. No caso do algodoeiro em sequeiro, apenas o método de controle cultural no sistema de preparo convencional e a testemunha no sistema de preparo com aiveca, são atividades economicamente inviáveis, por apresentarem TIR inferior à TMA, VPL negativo e B/C menor que 1. Diz-se que a atividade ou o projeto é economicamente inviável se o VPL for menor que zero (Azevedo Filho, 1995) e o TIR inferior ao custo de

Tabela 5. Valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR) e relação benefício-custo (B/C) dos métodos de controle de ervas invasoras e sistemas de preparo do solo no cultivo do algodoeiro herbáceo irrigado e em sequeiro, no Cariri Cearense, 2002 e 2003, respectivamente

Tratamentos	Indicadores de viabilidade econômica		
	VPL	TIR%	B/C
Algodão irrigado			
Preparo convencional	-	-	-
Mecânico	452,34	27,63	1,3209
Químico	-452,01	0,00	0,6674
Cultural	-2220,59	0,00	0,1683
Integrado	-2226,65	0,00	0,1922
Testemunha	-	-	-
Preparo com aiveca			
Mecânico	-175,80	2,72	0,8835
Químico	-735,89	0,00	0,4956
Cultural	-2410,20	0,00	0,1299
Integrado	-1802,99	0,00	0,3688
Testemunha	-	-	-
Algodão em sequeiro			
Preparo convencional			
Mecânico	1523,01	62,48	2,2350
Químico	1308,68	57,16	2,0747
Cultural	-49,96	8,99	0,9778
Integrado	86,79	11,68	1,0378
Testemunha	200,62	20,08	1,1811
Preparo com aiveca			
Mecânico	1111,24	47,02	1,8335
Químico	972,55	43,50	1,7381
Cultural	148,35	12,77	1,0631
Integrado	55,64	11,03	1,0232
Testemunha	-134,48	-	0,8886

oportunidade do investidor (Ross et al., 1996); no entanto, a TIR possui algumas limitações, razão por que não deve ser utilizada como o único método de avaliação de projetos, devendo sempre acompanhada do VPL.

Com base no VPL tem-se que, de todos os tratamentos avaliados, o método mecânico de controle de ervas invasoras com sistema de preparo do solo convencional é o mais economicamente viável e mais lucrativo no cultivo do algodoeiro em sequeiro, no qual se observou o maior VPL (R\$1523,01), TIR (62,48%) e o maior B/C (2,235) em relação aos demais (Tabela 5); contudo, nota-se que, exceto para o método cultural no sistema convencional e a testemunha no sistema de preparo com aiveca, no cultivo do algodoeiro em sequeiro, tanto os métodos de controle de ervas daninhas quanto os sistemas de preparo do solo foram economicamente viáveis, tendo em vista que apresentam VPL positivo. Como o objetivo do trabalho é obter maior remuneração e maior retorno do investimento, o método mecânico com sistema de preparo do solo convencional no cultivo do algodoeiro em sequeiro deve ser escolhido, haja vista apresentar TIR mais elevada, assim como o VPL e o B/C, que os demais. Neste sistema, para cada R\$ 1,00 gasto, R\$ 2,235 serão obtidos.

Quanto à eficiência da plasticultura nota-se, na Tabela 5, que o uso da cobertura plástica isolada como método cultural de controle de ervas invasoras é economicamente viável apenas para o cultivo do algodoeiro em sequeiro, utilizando-se o sistema de preparo do solo com aiveca, e que a plasticultura como

método de controle integrado (cobertura plástica com capinas nas entrelinhas) é economicamente viável, independente do sistema de preparo do solo, apenas para o cultivo do algodoeiro em sequeiro, reafirmando a citação de Santos (1998) e Arruda (1999); além disso, os métodos de controle com plástico de polietileno preto se caracterizam por exigirem alto investimento na lavoura, em virtude do preço do plástico no mercado.

CONCLUSÕES

1. Tanto no cultivo do algodoeiro irrigado como no cultivo do algodoeiro em sequeiro, o método de controle de ervas invasoras mais eficiente e economicamente viável foi o método mecânico, no sistema de preparo do solo convencional.

2. O método de controle de ervas invasoras em sistema de preparo do solo convencional foi mais lucrativo e economicamente viável no cultivo do algodoeiro herbáceo em sequeiro.

3. O maior custo de produção por hectare de algodoeiro herbáceo foi obtido no cultivo irrigado, utilizando-se o método de controle de ervas invasoras integrado em sistema de preparo do solo com aiveca.

4. O uso da plasticultura como método de controle de ervas invasoras é economicamente viável apenas para o cultivo do algodoeiro em sequeiro.

LITERATURA CITADA

- Almeida, M.B.; Pereira, R.; Pamplona, E.O. Engenharia econômica 1.0 - Um software para análise de investimentos, Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 16. Piracicaba, 1996.
- Araújo, J.M. de; Oliveira, J.M.C. de; Cartaxo, W.V.; Vale, D.G.; Silva, M.B. da; Santos, J.J. dos. Saiba como controlar o bicudo e outras pragas do algodão. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1999. 19p.
- Arruda, F.P. de. Emissão/abscisão de estruturas reprodutivas do algodoeiro herbáceo, cv. CNPA 7H, em função do sistema de manejo do solo e dos estresses hídrico e salino. Areia: UFPB, 1999. 134p. Dissertação Mestrado
- Azevedo, D.M.P. de; Carvalho, L.P. de; Pereira, J.R.; Araújo, G.P. de. Efeito de misturas de herbicidas no controle de plantas daninhas em algodoeiro no cerrado do Triângulo Mineiro. In: Congresso Brasileiro do Algodão, 3, 2001, Campo Grande. Anais... Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 2001, p.971-973.
- Azevedo Filho, A.J.B.V. Elementos de matemática financeira e análise de projeto de investimento. Série didática, n.109. Piracicaba: ESALQ, 1995, 91p.
- Bachega, M.F.; Alves, P.L.C.A.; Mattos, E.D.; Bendralon, R.A.; Lemes, L.N. Avaliação da eficiência de mistura do clomazone no controle de uma população de *Acanthospermum hispidum* e *Commelina benghalensis* na cultura do algodão. In: Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 22, 2000, Foz do Iguaçu. Anais... Londrina: SBCPD, 2000, p.334.

- Barros, M.A.L.; Santos, R.F. dos; Ferreira, P.F. Análise dos sistemas de produção identificados para os algodões de sequeiro e irrigado no estado da Paraíba. In: Congresso Brasileiro do Algodão, 4, 2003, Goiânia. Anais... Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 2003, CD Rom.
- Beltrão, N.E. de M.; Azevedo, D.M.P. de. Controle de plantas daninhas na cultura do algodoeiro. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA/SP, 1994. 151p.
- Beltrão, N.E. de M.; Pereira, J.R.; Albuquerque, R.C. de; Araújo, H.F.P. de. Herbicidas diuron, pendimethalin e oxidiazon em novas cultivares de algodão: supradosagens e fitotoxicidade. In: Congresso Brasileiro do Algodão, 3, 2001, Campo Grande. Anais... Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 2001, p.982-985.
- Diniz, J.A. Sistemas de manejo do solo e níveis de nitrogênio: efeito sobre o estabelecimento, crescimento, desenvolvimento e rendimento do algodoeiro herbáceo. Areia: UFPB, 1996. 98p. Dissertação Mestrado
- Garcia, I. Eficácia e seletividade do Clomazone isoladamente e em misturas para controle das principais plantas daninhas na cultura do algodão. In: Congresso Brasileiro do Algodão, 1, 1997, Fortaleza. Anais... Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1997, p.555-557.
- Harper, J.L. Population biology of plants. New York: Academic Press, 1977. 892p.
- Martin, N.B.; Serra, R.; Oliveira, M.D.M.; Ângelo, J.A.; Okawa, H. Sistema "CUSTAGRI": Sistema integrado de custo agropecuário. São Paulo: IEA, 1997. p.4-7.
- Matsunaga, M.; Bemelmans, P.F.; Toledo, P.E.N. de; Dulley, R.D.; Okawa, H.; Pedroso, I.A. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. Agricultura em São Paulo, São Paulo, v.23, n.1, p.123-139, 1976.
- Nóbrega, L.B. da; Azevedo, D.M.P. de; Beltrão, N.E. de M.; Vieira, D.J. Estudo interativo entre mistura de herbicida e densidade populacional no controle de plantas daninhas na cultura do algodoeiro herbáceo. In: Congresso Brasileiro do Algodão, 1, 1997, Fortaleza, CE. Anais... Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1997, p.528-531.
- Pitelli, R.A. Ecologia de plantas invasoras em pastagens. In: Simpósio sobre Ecossistemas de Pastagens, 1, 1989, Jaboticabal. Anais... Jaboticabal: FUNEP, 1990. p.69-86.
- Ricci, M. dos S.F.; Almeida, D.L. de; Fernandes, M. do C.A.; Ribeiro, R. de L.D.; Cantanheide, M.C. dos S. Efeito da solarização do solo na densidade populacional da tiririca e na produtividade de hortaliças sob manejo orgânico. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.35, n.11, p.2175-2179, 2000.
- Ross, S.A.; Westerfield, R.W.; Jaffe, J.F. Administração financeira. São Paulo: Atlas S.A., 1996, 698p.
- Salgado, T.P.; Alves, P.L.C.A.; Mattos, E.D.; Martins, J.F.; Hernandez, D.D. Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do algodoeiro (*Gossypium hirsutum*). Planta daninha, Viçosa, v.20, n.3, p.373-379, 2002.
- Santos, R.F. dos. Sistemas de manejo do solo: efeito sobre o crescimento e rendimento do algodoeiro herbáceo em condições de sequeiro. Areia:UFPB, 1998. 52p. Monografia Graduação