

Desempenho produtivo do algodão em monocultivo e consorciado com feijão-caupi em resposta à disponibilidade hídrica no solo

Simone Raquel Mendes de Oliveira^{1*}; Aderson Soares de Andrade Júnior²;

Valdenir Queiroz Ribeiro² e Eddie Leal da Costa Morais¹

¹Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil

²Embrapa Meio Norte, Teresina, PI, Brasil

*Autor correspondente, e-mail: simone-raquel@hotmail.com

Resumo

A disponibilidade hídrica no solo afeta diretamente a distribuição e a atividade do sistema radicular das plantas, influenciando com isso a produtividade das culturas. Objetivou-se avaliar o desempenho produtivo e as medidas de eficiência técnica e econômica do algodão herbáceo, em sistemas monocultivo e consorciado com o feijão-caupi, em resposta aos níveis de umidade no solo. O experimento foi conduzido no campo experimental da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI, durante o período de agosto a novembro de 2008. Os níveis diferenciados de umidade no solo foram impostos com a aplicação de diferentes lâminas de irrigação por meio de um sistema de aspersão convencional, calculadas com base na evapotranspiração de referência (ET₀) local. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com cinco repetições, com as lâminas de irrigação dispostas em faixas. Em monocultivo, o acréscimo na umidade no solo proporcionou incremento no rendimento de algodão em caroço até alcançar seu valor máximo de 3.510 kg ha⁻¹ com o nível máximo de umidade no solo de 19,88%. A produção equivalente de algodão em caroço, em cultivo consorciado (2.185 kg ha⁻¹), superou a produção em cultivo solteiro (1.910 kg ha⁻¹), apenas sob o menor nível de umidade no solo (12,87%), demonstrando que o consórcio algodão herbáceo e feijão-caupi mostrou-se mais vantajoso que o cultivo solteiro apenas quando os níveis de umidade no solo foram reduzidos.

Palavras-chave: lâminas de irrigação, consórcio, produção equivalente

Productive performance of the cotton in mono and intercropping systems with cowpea, in response on soil water availability

Abstract

The water availability in the soil affects directly the distribution and activity of the root system of plants, influencing also plants in productivity. The objective of this research was to evaluate the productive performance and the technical and economical efficiency of the herbaceous cotton in mono and intercropping systems with cowpea, in response on soil water availability levels. The experiment was carried out in the Brazilian Agricultural research Corporation (Embrapa Meio-Norte) experimental area, in Teresina County, Piauí State, Brazil during the period from August to November, 2008. The levels of soil moisture availability were obtained with the increment in the applied water depth, by using a sprinkler irrigation system. The experimental design was a randomized blocks, with five repetitions and irrigation depths arranged into slots. In monocropping system the increase in soil moisture resulted in increase in the yield of cotton seed to reach its maximum value of 3,510 kg ha⁻¹ with the maximum level of moisture in soil (19.88%). The equivalent production of seed cotton in the intercropping system (2.185 kg ha⁻¹) was higher than production in the monocropping system (1.910 kg ha⁻¹), just under the lowest level of moisture in the soil (12.87%), demonstrating that the cotton and cowpea intercropping system showed higher advantage than the monocropping system only when the levels of moisture in soil were reduced.

Keywords: irrigation depth, intercropping system, grain production equivalent

Recebido: 06 Janeiro 2012
Aceito: 17 Agosto 2012

Introdução

O algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. raça *latifolium* Hutch.), na região do Nordeste brasileiro, é cultivado, na maioria das áreas, em regime de sequeiro e consórcio. Sob regime de sequeiro, tanto cultivos solteiros quanto consórcios são suscetíveis a perdas proporcionadas pelas irregularidades na distribuição das chuvas na região, onde, geralmente, a época de semeadura do consórcio coincide com o período chuvoso, pois nesse período a disponibilidade de água no solo é suficiente para a germinação e se mantém em níveis adequados durante a fase de maior demanda hídrica das culturas em associação.

A disponibilidade de água às plantas não está ligada de forma direta à capacidade de armazenamento de água do solo. A armazenagem depende de aspectos como o espaço poroso e a profundidade do solo, enquanto a disponibilidade às plantas depende de fatores intrínsecos do solo e da capacidade das plantas em extrair água nos diferentes teores de umidade e níveis de energia de retenção (Petty et al., 2007).

Diversos trabalhos estudaram o efeito de níveis de água disponível no solo sobre o desenvolvimento e produtividade do algodão herbáceo (Lacerda et al., 2003; Pereira et al., 1997; Souza et al., 1999; Arruda, 1999). Seus resultados demonstram que a manutenção dos níveis adequados de umidade do solo durante todo o ciclo das culturas é essencial para o seu pleno desenvolvimento em qualquer sistema de cultivo (monocultivo e/ou consorciado).

Nesse sentido, este trabalho visou avaliar o desempenho produtivo e as medidas de eficiência técnica e econômica do consórcio

algodão herbáceo e feijão-caupi em resposta à níveis de umidade do solo, nas condições edafoclimáticas de Teresina, PI.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no campo experimental da Embrapa Meio-Norte, município de Teresina, PI (05° 05' de latitude sul e 42° 48' de longitude oeste e altitude de 74,4 m), durante o período de agosto a novembro de 2008.

O clima do município, de acordo com a classificação climática de Thornthwaite & Mather (1955), é C1sA'a', caracterizado com subúmido seco, megatérmico, com excedente hídrico moderado no verão. Durante o trimestre setembro-outubro-novembro ocorre uma concentração de 32% da evapotranspiração potencial anual, sendo que as médias anuais de umidade relativa do ar e índice pluviométrico são: 72,6% e 1.336,5 mm, respectivamente, concentrando as maiores chuvas nos meses de janeiro a abril (Bastos & Andrade Júnior, 2008). Na Tabela 1 são apresentadas as médias de temperatura máxima, média e mínima do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento, radiação solar global, evapotranspiração de referência e precipitação pluviométrica observadas durante o período do experimento (agosto a novembro). As médias foram calculadas com dados obtidos a partir de estação agrometeorológica automática instalada a aproximadamente 500 m da área experimental da Embrapa Meio Norte.

O solo da área experimental era um ARGISSELO VERMELHO-AMARELO eutrófico (Embrapa, 2006). As análises químicas e físico-hídricas foram realizadas no laboratório de solos da Embrapa Meio-Norte em Parnaíba,

Tabela 1. Valores médios mensais de temperatura do ar – máxima (Tmax), média (Tmed) e mínima (Tmin) – umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento a 2 m de altura (Vv), radiação solar global (Rs), evapotranspiração de referência (ETo), estimada pelo método de Penman-Monteith e precipitação pluviométrica (P), referentes ao período de agosto a novembro de 2008, Teresina, PI.

Mês	Elemento Climático							
	Tmax (° C)	Tmed (° C)	Tmin (° C)	UR (%)	WS (m.s ⁻¹)	Rs (MJ/m ²)	ETo (mm.dia ⁻¹)	P (mm)
Agosto	35,19	27,38	20,38	64,25	0,86	19,22	4,39	0
Setembro	36,82	28,84	21,58	60,56	0,91	19,86	4,65	0
Outubro	37,94	30,22	22,99	53,34	1,06	18,39	4,56	0
Novembro	37,50	30,36	23,21	55,88	1,07	17,90	4,41	0
Ano	36,86	29,20	22,04	58,51	0,98	18,84	4,50	0

Fonte: Estação agrometeorológica automática da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI, 2008.

Pl. As análises químicas realizadas em abril de 2008 apresentaram na profundidade de 0-20 cm: pH em água = 5,81; P = 18,40 mg.dm⁻³; K⁺ = 0,22 cmol_c.dm⁻³; Ca²⁺ = 1,56 cmol_c.dm⁻³; Mg²⁺ = 0,74 cmol_c.dm⁻³; Na⁺ = 0,04 cmol_c.dm⁻³; Al³⁺ = 0,0 cmol_c.dm⁻³; H⁺ + Al³⁺ = 2,31 cmol_c.dm⁻³; CTC = 4,87 cmol_c.dm⁻³ e V = 52,57%.

As análises físico-hídricas do solo, para a mesma profundidade, apresentaram: areia grossa = 296,2 g kg⁻¹; areia fina = 437,0 g kg⁻¹; silte = 105,7 g kg⁻¹; argila = 161,1 g kg⁻¹; densidade do solo = 1,70 Mg m⁻³; CC = 22,03% (definida a - 10 kPa) e PMP = 9,86%.

Preparo do solo, semeadura e práticas culturais

O preparo do solo consistiu de duas arações e uma gradagem niveladora cruzada. A semeadura do algodão herbáceo, cultivar BRS Camaçari foi realizada manualmente no dia 07/08/2008, em um espaçamento de 1,20 x 0,20 m, em ambos os sistemas de cultivo (solteiro e consorciado).

O feijão-caupi, cultivar BRS Guariba, foi semeado com o uso de matracas, em 21/08/2008, em um espaçamento de 0,60 x 0,20 m, em cultivo solteiro, e de 1,20 x 0,20 m, em cultivo consorciado, 13 dias após a semeadura do algodão herbáceo, para que houvesse coincidência das fases de maior demanda hídrica das duas culturas por ocasião do estresse hídrico.

As cultivares em monocultivo e consorciadas foram dispostas em uma parcela experimental com 12 metros de largura por 20 metros de comprimento.

Na adubação de fundação do algodão herbáceo, foram aplicados 30 kg ha⁻¹ de N (uréia), 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato simples) e 40 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio) e na adubação de cobertura, realizadas em duas etapas, aos 35 e 55 dias após o plantio do algodão herbáceo, foram aplicados 50 kg ha⁻¹ de N (uréia) e 30 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio), em ambas.

O controle de plantas daninhas foi realizado através de capinas manuais sempre que necessário. As colheitas do feijão-caupi e algodão herbáceo foram realizadas em 24/10/2008 (64 dias após a semeadura) e 28/11/2008 (113 dias após a semeadura), respectivamente.

Níveis de umidade no solo e manejo da irrigação

Para obtenção dos diferentes níveis de umidade no solo, foram realizadas irrigações por meio de um sistema de aspersão convencional fixo composto por oito linhas laterais, instalado em um espaçamento de 12 m x 12 m e operando sempre duas a duas. As linhas laterais possuíam diâmetro de 50 mm e comprimento de 60 m. Cada linha lateral possuía seis aspersores, com bocais de 4,4 mm x 3,2 mm, raio de alcance de 12 m, vazão de 1,45 m³/h, espaçados de 12 m x 12 m e pressão de serviço de 2,5 kgf/cm². O bloco experimental era coberto por quatro aspersores, dois em cada linha lateral.

O manejo das irrigações foi realizado pelo método do balanço de água no solo e foi dividido em três etapas: i) da semeadura aos 25 dias após a semeadura (DAS) do feijão-caupi e até os 39 DAS do algodão herbáceo, foram aplicadas lâminas uniformes de irrigação, repondo-se a ETo acumulada no período anterior, não provocando com isso estresse hídrico às plantas e garantindo a germinação, o desenvolvimento inicial das plantas e níveis de umidade no solo semelhantes; ii) dos 25 DAS aos 56 DAS do feijão-caupi e dos 39 aos 70 DAS do algodão herbáceo, foram aplicadas lâminas diferenciadas de irrigação obtidas com base na reposição de evapotranspiração de referência (ETo) (50%, 75%, 100% e 125%), estimadas pelo método Penman-Monteith, impondo níveis diferentes de umidade no solo; iii) a partir dos 70 DAS aos 95 DAS do algodão herbáceo, quando da abertura dos primeiros capulhos em todas as lâminas, e dos 56 DAS aos 64 DAS do feijão-caupi foram aplicadas novamente lâminas uniformes de irrigação, repondo-se a ETo acumulada, não provocando estresse hídrico às plantas.

Durante a condução do experimento foram determinados os valores médios das lâminas de irrigação utilizando-se nove coletores, instalados em cada parcela experimental da faixa, perfazendo um total de 27 por faixa e distribuídos em três linhas centrais paralelas aos aspersores.

O tempo das irrigações foi calculado com o auxílio de uma planilha eletrônica em Excel, onde eram registrados os valores diários da precipitação pluviométrica e evapotranspiração

de referência (Eto).

Monitoramento do conteúdo de água no solo

Aos 20 dias após a semeadura do algodão herbáceo, foram instalados 36 tubos de acesso de PVC, com 1,5 m de comprimento, sendo nove em cada faixa com os três sistemas de cultivo e três em cada sistema de cultivo dispostos em linhas paralelas ao sistema de irrigação convencional e distantes 2,0 m entre si, situando-se entre as fileiras centrais da parcela experimental dos cultivos solteiro e consorciado.

Os tubos de acesso foram instalados para o monitoramento do conteúdo de água no perfil do solo por meio de uma sonda de capacitância (FDR) modelo Diviner 2000®, da Sentek Pty Ltda, Austrália.

As leituras de frequência relativa (FR) foram realizadas diariamente, sempre antes e aproximadamente 24 horas após as irrigações. O conteúdo médio de água no solo em cada camada (10, 20, 30, 40 e 50 cm) foi calculado pela média dos valores de umidade medidos nos três tubos de acesso.

Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos constaram de níveis de umidade no solo (% em volume) resultantes da aplicação das quatro lâminas de irrigação aplicados no período de maior demanda hídrica de cada cultura.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com cinco repetições e as lâminas de irrigação arranjadas em faixas. Os dados foram submetidos à regressão e análise de variância pelo teste F a nível de 5% de probabilidade, processadas usando-se o programa SAS (Sas Institute, 1989).

Produção e componentes de produção

Para a coleta do material a ser avaliado, dividiu-se a parcela experimental em seis repetições (áreas úteis) de 12 m² (5,0 x 2,4 m) cada, a partir das quais foram colhidos os componentes de produção do feijão-caupi e do algodão herbáceo. Foram analisadas as medidas de PG - produtividade de grãos (kg ha⁻¹), NVP - número de vagens por planta, COMPV - comprimento de vagem (cm), NGV - número de grãos por vagem, PV - produtividade de vagens

(kg ha⁻¹) e PCG - peso de cem grãos (g) do feijão-caupi em cultivo consorciado e de REND - rendimento de algodão em caroço (kg ha⁻¹), PCAP - peso do capulho (g), NCAP - número de capulhos por planta e ALTP - altura das plantas (cm) do algodão herbáceo em cultivos solteiro e consorciado. O peso do capulho correspondeu ao peso médio de 20 capulhos obtidos de cada área útil.

Medidas de eficiência técnica e econômica

Usou-se como medida de eficiência técnica e econômica o índice de produção equivalente. A produção equivalente (Ye) foi calculada com base em uma avaliação econômica, utilizando a relação de preços entre as culturas. Optou-se pela produção equivalente do algodão herbáceo, calculada através da Equação (1) descrita por Ramalho et al. (1983).

$$Ye = Ya + rYf \dots\dots\dots (1)$$

Onde:

Ye - Produção equivalente do algodão, kg ha⁻¹;

Ya - Produção de algodão em caroço no cultivo consorciado, kg ha⁻¹;

Yf - Produção de grãos de feijão-caupi no cultivo consorciado, kg ha⁻¹;

r - Relação entre os preços mínimos do feijão-caupi e do algodão.

Para a estimativa do r = 0,628, usou-se a média dos preços mínimos do feijão-caupi e do algodão herbáceo praticados no período de 2001 a 2009 (CONAB, 2007), segundo Equação (2).

$$r = Pa / Pf \dots\dots\dots(2)$$

Em que:

Pa - Média do preço mínimo do algodão herbáceo, em R\$;

Pf - Média do preço mínimo do feijão-caupi, em R\$.

Resultados e Discussão

Disponibilidade de água no solo

As lâminas de irrigação partem de um mesmo ponto, demonstrando que, antes da imposição dos tratamentos, não houve variação na aplicação de água no algodão herbáceo solteiro e consorciado com feijão-caupi, confirmando a uniformidade das lâminas de irrigação (Figura 1).

A partir dos 39 DAS do algodão herbáceo e dos 25 DAS do feijão-caupi, visualiza-se a notória diferença na aplicação de água entre as lâminas

L4 e L1, sendo que a lâmina L3 coincidiu com a ETo, haja vista que esta lâmina representa 100% da ETo. A partir dos 70 DAS do algodão herbáceo foram aplicadas novamente lâminas de irrigação uniformes.

Na Figura 2, percebe-se que houve um

acréscimo gradual nos níveis de umidade no solo nas lâminas L4 e L3. Isso ocorreu em consequência da aplicação continuada das lâminas de irrigação. Nas lâminas L2 e L1, esse comportamento foi menos evidente.

No consórcio (Figura 3), também se

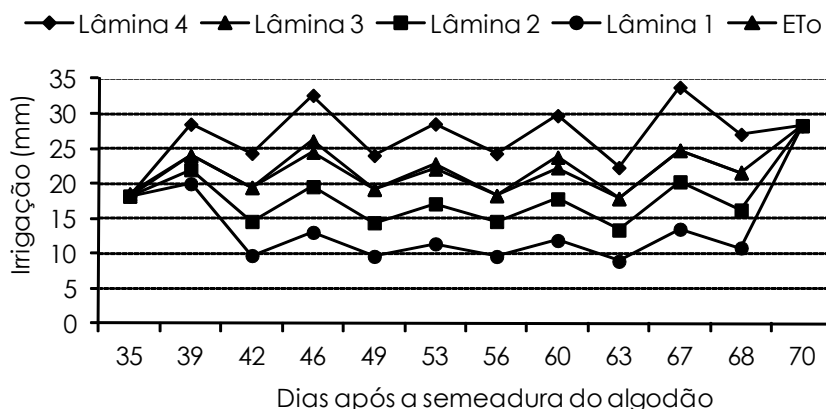


Figura 1. Lâminas de irrigação diferenciadas aplicadas após os dias de semeadura do algodão herbáceo em cultivo solteiro e consorciado com feijão-caupi. Teresina, PI, 2008.

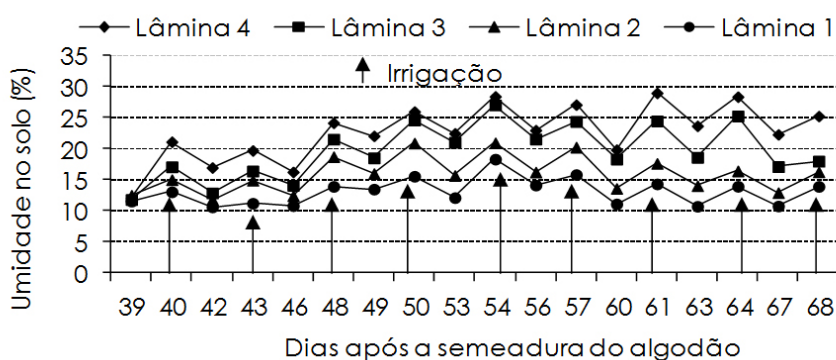


Figura 2. Variação da umidade no solo no algodão herbáceo solteiro em função da aplicação das lâminas de irrigação diferenciadas. Teresina, PI, 2008.

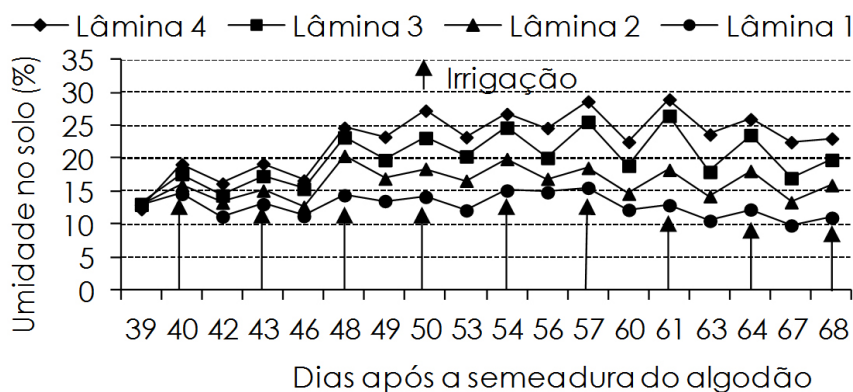


Figura 3. Variação da umidade no solo no algodão herbáceo consorciado com feijão-caupi em função da aplicação das lâminas de irrigação diferenciadas. Teresina, PI, 2008.

obteve um acréscimo gradual nos níveis de umidade no solo nas maiores lâminas (L4 e L3), sendo também menos evidente nas menores lâminas L2 e L1.

Constata-se na Tabela 2, que os níveis de umidade no solo seguiram o gradiente decrescente das lâminas de irrigação aplicadas

dispostas nas faixas (L4=125%ET_o, L3=100%ET_o, L2= 75%ET_o e L1=50%ET_o) e que houve variação no conteúdo de água no solo ao longo do perfil do solo, nos dois sistemas de cultivo, durante o período de aplicação das lâminas diferenciadas.

A lâmina L4 que proporcionou

Tabela 2. Variação do conteúdo de água no solo (% em volume) durante a aplicação das lâminas de irrigação diferenciadas no algodão herbáceo solteiro e consorciado com feijão-caupi. Teresina, PI, 2008.

Lâminas	Profundidade (m)					Média
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	
Algodão herbáceo solteiro						
L4	29,73	22,89	21,27	20,75	18,83	22,70
L3	26,48	20,20	18,40	16,63	16,49	19,64
L2	17,59	16,34	16,26	14,63	14,86	15,94
L1	12,49	12,64	14,72	13,39	12,35	13,12
Consórcio algodão herbáceo – feijão-caupi						
L4	33,25	22,63	20,14	19,11	18,30	22,68
L3	26,39	19,52	18,76	17,98	16,82	19,89
L2	17,63	15,16	17,21	16,34	14,86	16,24
L1	11,52	12,53	13,58	13,88	12,84	12,87

conteúdos de água no solo de 22,70% e 22,68% no algodão herbáceo, solteiro e consorciado com feijão-caupi, respectivamente, foi a única cujo conteúdo médio de água no perfil do solo (0,0-0,5 m) aproximou-se dos valores da capacidade de campo (CC = 22,03%).

Os níveis de umidade no solo nas lâminas L4 e L3 foram bem maiores que nas lâminas L2 e L1, notadamente até a profundidade de 0,3 m. Nessa mesma profundidade, nos dois sistemas de cultivo, quando submetidos à menor lâmina (L1), constata-se elevação no conteúdo de água o que pode estar associado ao não alcance das raízes como consequência do elevado estresse

hídrico que ocorreu nesta lâmina.

Produção e componentes de produção

Para o cultivo solteiro, as equações de regressão mostram que o acréscimo na umidade no solo proporcionou incrementos na altura das plantas (ALTP), número de capulhos por planta (NCAP), peso de capulho (PCAP) e rendimento de algodão em caroço (RAC) até alcançarem seus valores máximos, 133,00 cm, 3,47, 6,62g e 3.510,03 kg ha⁻¹, respectivamente, com os níveis de umidade no solo de 21,85%, 21,41%, 19,28% e 19,88%, respectivamente (Figura 4).

Comportamento semelhante foi

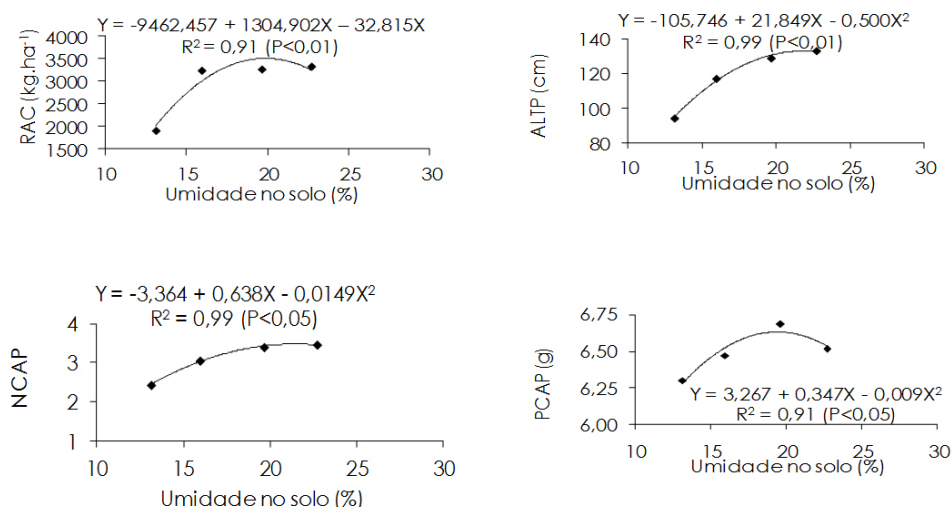


Figura 4. Rendimento de algodão em caroço (RAC), altura de plantas (ALTP), número de capulhos por planta (NCAP) e peso de capulho (PCAP) e do algodão herbáceo, em cultivo solteiro, em função da umidade no solo. Teresina, PI, 2008.

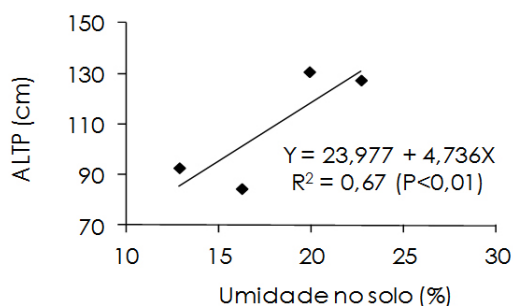
observado por Jackson & Tilt (1968) no Arizona, manejando as irrigações quando o consumo havia atingido, em média, 95, 80, 65 e 50% da água disponível no solo, constataram que o rendimento do algodão cresceu com os níveis de água disponível no solo.

Segundo Rosolem (2007), quanto mais água disponível, maior o crescimento vegetativo, porém o aumento excessivo da umidade no solo contribui para o crescimento excessivo da planta acarretando no maior auto-sombreamento, dificultando a penetração da luz no dossel e a realização da fotossíntese, refletindo-se em prejuízos na produtividade.

Condições de excesso de água no solo falta oxigênio e o sistema radicular do algodoeiro é particularmente sensível à falta de oxigênio (Beltrão et al., 1997). Souza & Beltrão (1999) afirmam que nessas condições o algodoeiro

apresenta redução na atividade da redutase de nitrato, causando deficiência de N, diminuição da transpiração, da fotossíntese, do crescimento radicular e finalmente, menor produtividade.

No algodão herbáceo em cultivo consorciado com feijão-caupi, apesar da variação de umidade no solo, que ocorreu em função da aplicação de lâminas de irrigação, ter sido suficiente para influenciar linearmente a ALT e o PCAP (Figura 5), não influenciou de maneira significativa o RAC ($P > 0,05$) o que pode estar associado ao fato do NCAP ($P > 0,05$) também não ter sido influenciado pelos níveis de umidade no solo. O rendimento de algodão em caroço do algodoeiro é uma função direta do número de capulhos produzidos por área (Rosolem, 2007).



A influência da umidade no solo na ALTP

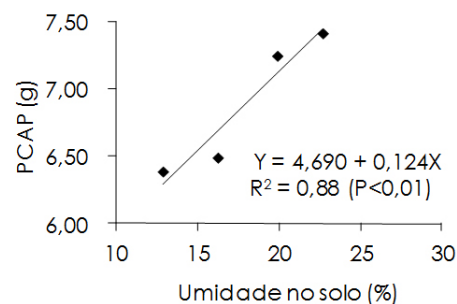


Figura 5. Altura de plantas (ALTP) e peso de capulho (PCAP) do algodão herbáceo em cultivo consorciado com o feijão-caupi, em função da umidade no solo. Teresina, PI, 2008.

e no PCAP pode estar associada ao aumento na demanda hídrica em virtude do aumento da área foliar do consórcio e da competição inter e intraespecífica por água.

O modelo de regressão linear indica que o maior nível de umidade no solo não foi suficiente para obter os valores máximos de ALTP e PCAP, indicando que provavelmente seriam necessárias lâminas de irrigação maiores capazes de aumentar os níveis de umidade no solo, porém a não influência significativa destes níveis no rendimento do algodão herbáceo torna este aumento desnecessário, pois demonstra a manutenção adequada das condições hídricas no solo, sob este sistema de cultivo, o que economicamente é importante para agricultura familiar.

Araújo (2006), ao avaliar o efeito do regime hídrico (com e sem estresse) e de doses

de nitrogênio no crescimento, na produção e nas características intrínsecas da fibra do algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.), do cultivar BRS Rubi, também obteve modelo linear para altura de plantas, porém em cultivo solteiro. Em relação ao feijão-caupi, as variações de umidade no solo que ocorreram em função da aplicação de lâminas de irrigação não foram suficientes para influenciar significativamente o NGV ($P > 0,05$) e o COMPV ($P > 0,05$), podendo-se inferir que não houve situações de estresse hídrico no feijão-caupi em cultivo consorciado com algodão herbáceo, que afetassem esses dois componentes de produção.

O comportamento das variáveis NVP, PCG, PV e PG (Figura 6) está de acordo com Ferreira (2007) que ao submeter o consórcio feijão-caupi e milho a diferentes níveis de umidade no solo (17,5%; 19,5%; 18,3%; e

12,5%) também constatou efeito linear destes componentes em resposta à umidade no solo. Este efeito pode ser explicado pelo aumento

na demanda evapotranspirativa do consórcio ocasionado pelo aumento na área foliar.

Apenas o PCG apresentou acréscimo

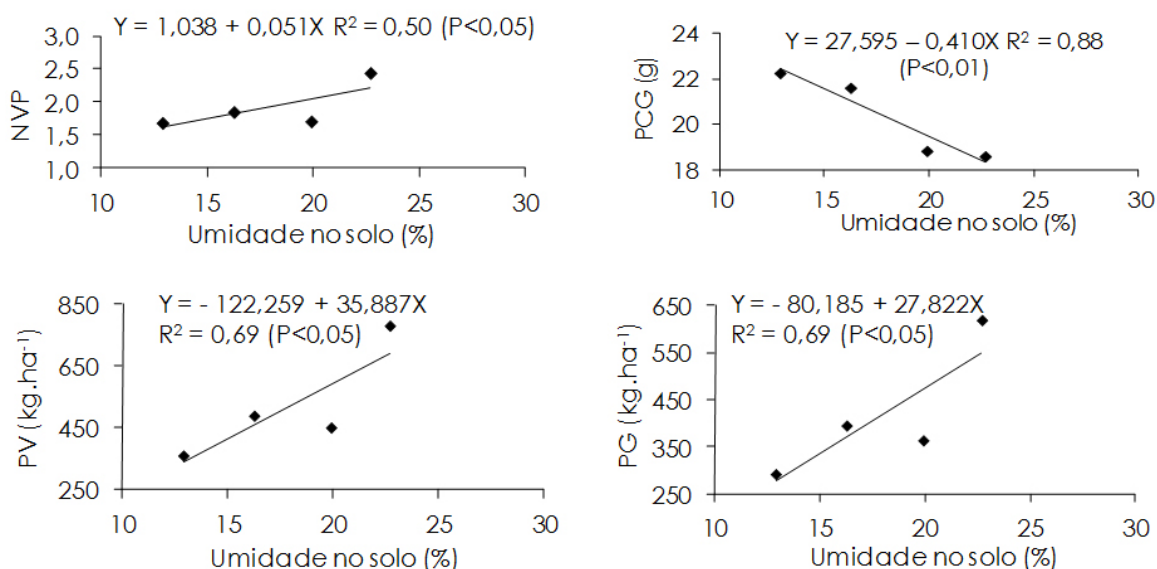


Figura 6. Número de vagens por planta (NVP), peso de cem grãos (PCG), produtividade de vagens (PV) e produtividade de grãos (PG) do feijão-caupi, em cultivo consorciado, em função da umidade no solo. Teresina, PI, 2008.

com a redução dos níveis umidade no solo, indicando redução do tamanho do grão com o acréscimo da umidade o que pode estar associado ao fato de existir no cultivo consorciado competição inter e intraespecífica nas culturas.

algodão herbáceo variou de 2185,14 a 2899,12 kg ha^{-1} , as quais foram obtidas com os níveis de umidade no solo de 12,87% a 22,68%, respectivamente, representando um acréscimo de 32,7% em relação ao menor nível de umidade no solo.

Medidas de eficiência técnica e econômica

Na Tabela 3, observa-se um incremento de 14,35% do consórcio em relação ao cultivo solteiro, no menor nível de umidade no solo. Nos demais níveis, o valor negativo da porcentagem indica que o cultivo solteiro foi superior ao consórcio.

A produção equivalente (PE) em

Em termos econômicos, a utilização do consórcio (2185,14 kg ha^{-1}) em relação ao cultivo solteiro de algodão herbáceo (1910,94 kg ha^{-1}) foi vantajosa apenas quando submetido ao menor nível de umidade no solo, demonstrando ter havido acréscimo de 14,35% na produção do sistema consorciado, em relação ao monocultivo. Isto significa que em condições de déficit hídrico no solo o consórcio tem melhor adaptabilidade e resposta produtiva (Lopes, 1987; Ferreira, 2007).

Do ponto de vista da agricultura familiar, principalmente do Nordeste brasileiro, onde se cultiva em condições de sequeiro, esse comportamento é muito importante, pois sinaliza a possibilidade de emprego do cultivo consorciado em áreas com baixa disponibilidade hídrica no solo.

A equação de regressão para a produção equivalente do sistema consorciado mostrou comportamento linear (Figura 7). Estes resultados estão de acordo com Ferreira (2007)

Tabela 3. Níveis de umidade no solo (U) no cultivo consorciado, produção equivalente de algodão em caroço do consórcio algodão herbáceo - feijão-caupi (PE), rendimento de algodão em caroço (RAC), em cultivo solteiro e produtividade de grãos de feijão-caupi em cultivo solteiro (PG). Teresina, PI, 2008.

U (%)	PE (kg ha^{-1})	RAC (kg ha^{-1})	Variação (%)
22,68	2899,12	3337,04	-13,12
19,89	2667,08	3273,48	-18,52
16,24	2465,45	3245,54	-24,03
12,87	2185,14	1910,94	14,35

que com o mesmo objetivo deste trabalho e avaliando o consórcio milho e feijão-caupi observou que com a utilização do consórcio obteve produção equivalente de milho de 1.052,69 kg ha⁻¹ em comparação com o cultivo solteiro de milho (534,38 kg ha⁻¹) sendo vantajosa apenas com o menor nível de umidade no solo (12,5%).

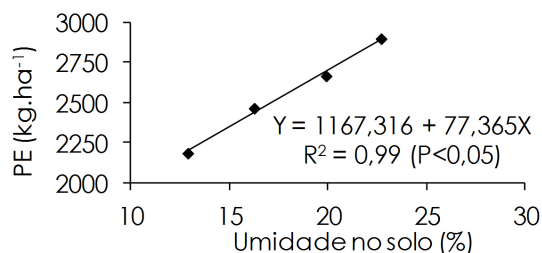


Figura 7. Produção equivalente do consórcio algodão herbáceo - feijão-caupi em função da umidade no solo. Teresina, PI, 2008.

Conclusões

Os valores máximos dos componentes de produção do algodão herbáceo em cultivo solteiro: altura de plantas (133,00 cm), número de capulhos por planta (3,47), peso de capulho (6,62 g) e rendimento de algodão em caroço (3.510,03 kg ha⁻¹) foram obtidos com os níveis de umidade no solo de 21,85%, 21,41%, 19,28% e 19,88%, respectivamente.

No algodão herbáceo em cultivo consorciado com feijão-caupi, a variação de umidade no solo não influenciou significativamente o REND e o NCAP, o contrário ocorreu com a ALT e o PCAP, que foram influenciados seguindo um modelo de regressão linear.

A adoção do consórcio algodão herbáceo - feijão-caupi mostrou-se mais vantajosa apenas quando a disponibilidade hídrica do solo é reduzida.

Referências

Araújo, L.R. 2006. *Resposta do algodão herbáceo cultivar BRS Rubi a adubação nitrogenada e alteração do regime hídrico no solo*. 70f. (Tese Doutorado) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, Brasil.

Arruda, F.P. 1999. *Emissão/abscisão de estruturas reprodutivas de algodoeiro herbáceo cv. CNPA-7H, em função do sistema de manejo e dos estresses hídrico e salino*. 133f. (Dissertação de

Mestrado) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, Brasil.

Bastos, E.A., Andrade Júnior, A.S. 2008. *Boletim Agrometeorológico do ano de 2008 para o município de Teresina, PI*. Embrapa Meio-Norte, Teresina, Brasil. 37 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 181).

Beltrão, N.E.M., Azevedo, D.M.P., Nóbrega, L.B., Santos, J.W. 1997. Modificações no crescimento e desenvolvimento do algodoeiro herbáceo sob saturação hídrica do substrato em casa de vegetação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 32: 391-397.

Conab. Preços Mínimos em Vigor. 2007. http://www.conab.gov.br/conabweb/download/precos_minimos/emvigor < Acesso em 10 de Fev. 2009 >.

Embrapa. 2006. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, Brasil. 306p.

Ferreira, V.M. 2007. *Definição de parâmetros para estimativa de risco climático no consórcio milho x feijão-caupi*. 95 f. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, Brasil.

Jackson, L.E.B., Tilt, P. 1968. A effects of irrigation intensity and nitrogen level on the performance of eight varieties of upland cotton, *Gossypium hirsutum* L. *Agronomy Journal* 60: 13-17.

Lacerda, N.B., Oliveira, F.A., Cavalcante, L.F., Souza, C.C., Santiago, R.D. 2003. Manejo da água disponível no solo e da adubação nitrogenada sobre a cultura do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. r. latifolium Hutch). *Agropecuária Técnica* 24: 31-38.

Lopes, L.H.O. 1987. *Efeito da deficiência hídrica no consórcio milho x feijão vigna*. 75p. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil.

Pereira, M.N.B., Azevedo, N.C., Fernandes, P.D., Amorim Neto, M.S. 1997. Crescimento e desenvolvimento de duas cultivares de algodão herbáceo em baixos níveis de disponibilidade de água no solo, em casa de vegetação. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental* 1: 1-7.

Petry, M.T., Zimmermann, F.L., Carlesso, R., Michelon, C.J., Kunz, H.J. 2007. Disponibilidade de água do solo ao milho cultivado sob sistemas de semeadura direta e preparo convencional. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 31: 531-539.

Ramalho, M.A.P., Oliveira, A.C., Garcia, J.C. 1983. *Recomendações para o planejamento e análise de experimento com as culturas do milho e feijão consorciados*. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, Brasil. 24 p.

Rosolem, C.A. 2007. Fenologia e ecofisiologia no manejo do algodão herbáceo. In: Freire, E.C. *Algodão no cerrado do Brasil*. ABRAPA, Brasília, Brasil. 918 p.

Sas Institute. Sas/stat. 1989. User's guide version 6. 4 ed. 2v. Sas Institute, Cary, USA. CD-ROM.

Souza, C.C., Oliveira, F. de A., Silva, I. de F. da, Andrade A. de P. 1999. Manejo da irrigação e da adubação nitrogenada na cultura do algodão herbáceo. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental* 3: 125-130.

Souza, J.G., Beltrão, N.E.M. 1999. Fisiologia. In: Beltrão, N.E.M. (Org.) *O agronegócio do algodão no Brasil*. Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, Brasília, Brasil. p. 87-116.

Thorntwaite, C.W., Mather, J.R. 1955. *The water balance*. Drexel Institute of Technology, New Jersey, USA. 104 p.