

# ÍNDICE DE SATISFAÇÃO DA NECESSIDADE DE ÁGUA DO ALGODOEIRO HERBÁCEO EM SISTEMAS MONOCULTIVO E CONSORCIADO COM FEIJÃO-CAUPI

ADERSON S. ANDRADE JÚNIOR<sup>1</sup>; SIMONE R. M. OLIVEIRA<sup>2</sup>; VALDENIR Q. RIBEIRO<sup>3</sup>; JOSÉ L. RIBEIRO<sup>4</sup>; RAFAEL MASCHIO<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Agrônomo, Pesquisador, Embrapa Meio Norte, Teresina – PI. Bolsista PQ-CNPQ. Fone (86) 3089-9160 - aderson@cpamn.embrapa.br

<sup>2</sup> Agrônoma, Mestranda em Agronomia, CCA/UFPI, Teresina - PI.

<sup>3</sup> Agrônomo, Pesquisador, Embrapa Meio Norte, Teresina – PI.

<sup>4</sup> Agrônomo, Pesquisador, Embrapa Meio Norte, Teresina – PI.

<sup>5</sup> Graduando em Agronomia, CCA/UFPI, Teresina-PI.

Escrito para apresentação no  
XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia  
22 a 25 de setembro de 2009 – GranDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções – Belo Horizonte – MG.

**RESUMO:** Os valores de índice de satisfação da necessidade de água (ISNA) indicam a quantidade de água que a planta consome, em relação à quantidade máxima de água que a planta consumiria, na ausência de restrição hídrica. O presente trabalho teve por objetivo determinar os valores de ISNA's para o algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. raça latifolium Hutch.) e feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) em sistemas monocultivo e consorciado, sob condição de estresse hídrico, de forma a subsidiar os modelos de estimativa de riscos climáticos. O experimento foi conduzido na área experimental da Embrapa Meio-Norte, em Teresina, PI. Para a imposição dos diferentes níveis de estresse hídrico foi utilizado um sistema de irrigação por aspersão convencional. Houve redução dos valores de ISNA's e de rendimentos do algodão em caroço e de grãos de feijão-caupi, em cultivo solteiro e consorciado, à medida que aumentaram os níveis de deficiência hídrica no solo. Com a imposição de menores níveis de água no solo, os valores de ISNA's para o cultivo solteiro, foram 0,381, para o feijão-caupi, e 0,579, para o algodoeiro herbáceo. No cultivo consorciado, o ISNA foi 0,617, indicando maior exigência hídrica sob esta condição.

**PALAVRAS-CHAVE:** ISNA, déficit hídrico, zoneamento de risco climático.

## CROP WATER REQUIREMENT INDEX TO THE COTTON AND COWPEA IN MONO AND INTERCROPPING SYSTEMS

**ABSTRACT:** The determination of the crop water requirement index (CWRI) indicates the ratio of plant consumptive use under water deficit to the consumptive amount under optimum water supply. The present study aimed to determine CWRI for cotton (*Gossypium hirsutum* L. raça latifolium Hutch.) and cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) in mono and intercropping systems under soil water deficit conditions to base studies of climatic risk using models. The experiment was carried out in the Embrapa Middle-North experimental area, in Teresina County, Piauí State, Brazil. For the imposition of the different water stress levels, a sprinkler irrigation conventional system was used. There was reduction of the CWRI values to the cotton and cowpea grain yield, in mono and intercropping systems, while increasing water stress levels in the soil. Under low soil water deficit in the mono cropping system, CWRI values were 0.579 for cotton and 0.381 for cowpea. For the cotton-cowpea intercropping system CWRI was 0.617, indicating higher water requirement as compared to the mono cropping system.

**KEYWORDS:** Crop water requirements index, water deficit, climatic risk zoning.

**INTRODUÇÃO:** Os consórcios são bastante utilizados de modo a beneficiar tanto a dieta quanto a receita econômica do produtor, que fica menos sujeito a perdas totais da produção devido a estresse hídrico, ataque de pragas ou prejuízos decorrentes da oscilação de preço no mercado (ARAÚJO et al., 2008). Beltrão et al., (2003) afirmam que a associação algodão-feijão-caupi é um sistema ideal de consórcio, pois combina uma leguminosa de ciclo rápido com uma cultura de ciclo longo. O algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. raça latifolium Hutch.) é uma planta cujo produto principal é o algodão em caroço (fibras + sementes), a fibra é utilizada em mais de quatrocentas aplicações industriais, desde a confecção de fios para tecelagem de tecidos à obtenção de celulose (CORRÊA, 1989). O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) é um alimento básico e de fácil aquisição pela população, é amplamente cultivado por produtores das regiões Norte e Nordeste do país sendo, portanto a principal fonte de proteína vegetal para as populações rurais (MELO, 2002). A relação  $E_{Tr}/E_{Tc}$  (ISNA) representa a quantidade de água consumida pela planta em condições naturais de disponibilidade hídrica  $E_{Tr}$  (evapotranspiração real) em relação ao consumo de água da planta sem restrição hídrica no solo  $E_{Tc}$  (evapotranspiração da cultura). Objetivou-se com esta pesquisa determinar o ISNA para o algodão herbáceo em cultivo solteiro e consorciado com o feijão-caupi, sob condição de estresse hídrico no solo, de forma a subsidiar os modelos de estimativa de riscos climáticos.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido na área experimental da Embrapa Meio-Norte, em Teresina, PI (05°05' S; 42°48'W e 74,4m), durante o período de agosto a novembro de 2008. O solo da área experimental é um Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, cujas características físico-hídricas e químicas são apresentadas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente. O clima local, segundo Thornthwaite e Mather (1955), é sub-úmido seco (C1) (ANDRADE JÚNIOR et al., 2004). A cultivar avaliada foi a BRS Camaçari, em monocultivo e consorciada, com feijão-caupi, cultivar BRS Guariba. O plantio do algodoeiro herbáceo foi realizado, 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). A sementeira do feijão-caupi, com o uso de matracas, ocorreu 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 sementeira do algodoeiro herbáceo, de maneira que houvesse coincidência das fases críticas das duas culturas. O arranjo espacial utilizado no sistema consorciado correspondeu a uma relação fixa de 1:1 (uma fileira de algodão herbáceo para uma de feijão-caupi). O manejo da irrigação foi dividido em três etapas: i) da sementeira aos 25 dias após o plantio (DAP) do feijão-caupi e até os 39 DAP do algodoeiro herbáceo, foram aplicadas lâminas uniformes de irrigação, repondo-se a  $E_{To}$  acumulada no período anterior, não provocando com isso estresse hídrico às plantas; ii) dos 25 DAP aos 56 DAP do feijão-caupi e dos 39 aos 70 DAP do algodoeiro herbáceo, foram aplicadas lâminas diferenciadas de irrigação, repondo-se a  $E_{To}$  por um sistema de aspersão convencional (12m x 12m), o qual operou em faixas distintas; iii) a partir dos 70 DAP do algodoeiro herbáceo e dos 56 DAP aos 64 DAP do feijão-caupi foram aplicadas novamente lâminas uniformes de irrigação, repondo-se a  $E_{To}$  acumulada não provocando estresse hídrico às plantas. Usou-se o método do balanço de água no solo para as medidas de evapotranspiração real da cultura ( $E_{Tr}$ ), sendo o conteúdo de água no perfil do monitorado por uma sonda de capacitância (FDR), em camadas de 0,10m à profundidade de 0,50m. Foram instalados 36 tubos de acesso de PVC, sendo três em cada sistema de cultivo dispostos em linhas paralelas ao sistema de irrigação convencional: algodão solteiro (a 0,30m das fileiras centrais da parcela), feijão-caupi solteiro (entre as fileiras centrais da parcela) e no consórcio algodão – feijão-caupi (entre as fileiras de algodão e feijão-caupi). Os dados climáticos foram registrados por uma estação agrometeorológica automática, que permitiu a

estimativa diária da ETo pelo método Penman – Monteith. O ISNA foi definido pela relação entre a ETr obtida em cada lâmina de irrigação e a ETr da lâmina L3, onde se fez a reposição de 100% da ETo acumulada no período, admitida como sendo a ETc. Por ocasião da colheita, avaliou-se a produção de algodão em caroço e de grãos de feijão-caupi, em sistema solteiro e consorciado. Posteriormente, no sistema consorciado, transformou-se a produção das culturas individuais em produção equivalente, com base em algodão em caroço, usando-se, como ponderador, a relação histórica de preço mínimo dos produtos.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os maiores rendimentos de algodão em caroço (3.337,0 kg ha<sup>-1</sup>) e de grãos secos de feijão-caupi (1.632,8 kg ha<sup>-1</sup>), em cultivo solteiro, foram alcançados com a aplicação da lâmina total de irrigação L4 (474,7 mm) e L3 (307,3 mm), respectivamente. O monitoramento de água no solo mostrou que estas lâminas de irrigação proporcionaram níveis adequados de umidade no solo, sempre próximas à capacidade de campo, condição essa essencial para assumirem-se os valores de ETr medidos nessa faixa como ETc, o que permitiu o alcance de níveis de produção adequados para ambas as culturas. No caso do feijão-caupi, a melhor resposta produtiva não foi obtida com a aplicação da maior lâmina de irrigação, demonstrando que, em termos produtivos, a cultura foi mais eficiente na utilização da água (Tabela 3). A aplicação da lâmina de irrigação de 474,7 mm, para o algodoeiro herbáceo, e de 307,3 mm, para o feijão-caupi, proporcionou a obtenção de valores de ISNA de 0,780, para o algodoeiro, e de 1,000, para o feijão-caupi. Isso significa que, em cultivo solteiro, a maior produtividade de grãos do feijão-caupi, foi obtida com uma taxa de ETr de 100% em relação à ETc; enquanto para o algodoeiro, a taxa de ETr que proporcionou a maior produtividade foi 78% em relação à ETc, indicando que o algodoeiro foi mais eficiente na utilização da água no solo. O menor valor de ISNA (0,579) proporcionou produtividade de algodão em caroço, em cultivo solteiro, de 1.910,9 kg ha<sup>-1</sup>, bastante superior às produtividades obtidas, nas safras no período de 1996/97 a 2004/05, cujas produtividades não ultrapassaram os 840 kg ha<sup>-1</sup> no Estado do Piauí (CONAB, 2007). Em cultivo solteiro, a menor produtividade de grãos de feijão-caupi (876,6 kg ha<sup>-1</sup>) foi obtida com um ISNA de 0,381. Como essa produtividade é bastante superior à média das safras no período de 1996/97 a 2006/07 para o feijão-caupi no Piauí (252 kg ha<sup>-1</sup>) (CONAB, 2007), permite inferir que há necessidade de ajustes no valor do ISNA de corte, para a indicação de áreas com baixo risco climático ao feijão-caupi no Piauí, atualmente, praticados pelo MAPA (2009) ( $\geq 0,50$ ). Essa diferença de produção indica que outros fatores do sistema produtivo estão influenciando o desempenho da cultura, que não a disponibilidade hídrica no solo, nas épocas de semeadura recomendadas como de baixo risco no Piauí. Em cultivo consorciado, o rendimento de algodão em caroço e de grãos de feijão-caupi, em função das lâminas de irrigação aplicadas, seguiu a ordem de grandeza das lâminas de irrigação aplicadas, em cultivo solteiro (Tabela 4). Como esperado, as produtividades médias de algodão em caroço e de grãos secos de feijão-caupi, em cultivo consorciado (Tabela 4), foram inferiores aos obtidos em cultivo solteiro (Tabela 3), conforme constatado por Nóbrega et al. (1983). Em cultivo consorciado, o valor de ISNA foi superior aos obtidos para o cultivo solteiro do algodoeiro herbáceo, para a disponibilidade máxima e mínima de água no solo. No caso do feijão-caupi, os valores de ISNA foram inferiores em relação aos obtidos para os cultivos solteiros, o que demonstra a ocorrência de variações na demanda evapotranspirativa do consórcio, o que pode ser explicado pelo fenômeno da complementaridade temporal, que ocorre na associação algodão-feijão-caupi, ou seja, em virtude da diferença de demanda destas culturas por recursos naturais, o efeito competitivo entre as mesmas não ocorre, mas o efeito complementar (WILLEY, 1979). Em termos de produção equivalente de algodão em caroço, para baixa disponibilidade hídrica no solo, proporcionada pela lâmina L1, o consórcio mostrou-se ser mais vantajoso que as culturas solteiras. Para  $ISNA \leq 0,617$  a produção equivalente

apresentou valores de 2.202,3 kg ha<sup>-1</sup> superior aos 1.910,9 kg ha<sup>-1</sup> obtido em cultivo solteiro, para a mesma disponibilidade hídrica no solo. Esse comportamento é muito importante, pois sinaliza para a possibilidade de emprego do cultivo consorciado em áreas com baixa disponibilidade hídrica no solo. Porém, há necessidade de estudos de viabilidade econômica do consórcio, para definição do ISNA de corte, já que ocorre uma redução na produtividade de ambas as culturas nessa condição.

**CONCLUSÕES:** Houve redução dos valores de ISNA's e de rendimentos do algodão em caroço e de grãos de feijão-caupi, em cultivo solteiro e consorciado, à medida que aumentaram os níveis de deficiência hídrica no solo. O cultivo consorciado é mais vantajoso sob condições de baixa disponibilidade hídrica no solo, permitindo a indicação de cultivo para um maior número de municípios no zoneamento de risco climático.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE JÚNIOR, A.S.; BASTOS, E.A.; BARROS, A.H.C.; SILVA, C.O.; GOMES, A.A.N. **Classificação climática do Estado do Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004, 86 p. (Embrapa Meio-Norte).
- ARAÚJO, A.C.; BELTRÃO, N.E.M.; MORAIS, M.S.; ARAÚJO, J.L.O.; CUNHA, J.L.X.L.; PAIXÃO, S.L. Indicadores agroeconômicos na avaliação do consórcio algodão herbáceo + amendoim. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 32, n. 5, p.1467 – 1472, set./out., 2008.
- BELTRÃO, N.E.M.; SILVA, M.N.B.; DANTAS, E.S.B.; CARDOSO, G.D.; PEREIRA, J.R.; GONDIM, T.M. Avaliação do consórcio algodão colorido + feijão macassar em sistema orgânico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 4., 2003, Goiânia. **Anais**. Goiânia: Embrapa Algodão/Fundação GO, 2003. CD-ROM.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2007. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=131>. Acesso em: 18 de março de 2009.
- CORRÊA, J.R.V. **Algodoeiro: informações básicas para seu cultivo**. Belém: EMBRAPA-UEPAE Belém, 1989. 29. (EMBRAPA-UEPAE Belém. Documentos, 11).
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria N° 143 de 11 de julho de 2008**. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=18922>>. Acesso em: 14 de abril de 2009.
- MELO, R.F. **Interações rizóbio, fungo micorrízico e adubação com NPK em feijão de corda**. 2002. 62 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará.
- NÓBREGA, L.B.; BELTRÃO, N.E.M.; AZEVEDO, D.M.P. Avaliação agro-econômica de sistemas de consórcio com as culturas algodão herbáceo e feijões *Phaseolus* e *Vigna*. In: I REUNIÃO SOBRE CULTURAS CONSORCIDAS NO NORDESTE TERESINA, PI, v. II, 1983, Teresina. **Anais**. Teresina: EMBRAPA/UEPAE, 1983.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Publications in Climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955. 104 p.
- WILLEY, R.W. Intercropping – its importance and research needs. Part 1. Competition and yield advantages. **Field Crop Abstracts**, v.32, n.1, p.1 – 10, 1979.

**TABELA 1.** Características físico-hídricas do solo da área experimental. Teresina, PI, 2008.

Prof. (m)	Granulometria (g/kg)				Ds (Mg/m <sup>3</sup> )	CC* (% em volume)	PMP	Classificação Textural
	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila				
0,0 – 0,2	296,2	437,0	105,7	161,1	1,70	22,03	9,86	Franco Arenoso
0,2 – 0,4	232,5	424,7	116,7	226,1	1,80	21,58	13,45	F. Argilo-arenoso

Fonte: Laboratório de Solos - Embrapa Meio-Norte. Parnaíba - PI, 2007. \* CC: capacidade de campo definida a – 10 kPa. PMP: ponto de murcha permanente; Ds: densidade do solo.

**TABELA 2.** Características químicas do solo da área experimental. Teresina, PI, 2008.

Prof (m)	MO	pH	P	K	Ca	Mg	Na	Al	H + Al	S	CTC	V
	g/kg	H <sub>2</sub> O	mg/dm <sup>3</sup>	cmolc/dm <sup>3</sup>								%
0,0-0,2	2,90	5,81	18,40	0,22	1,56	0,74	0,04	0,00	2,31	2,56	4,87	52,57
0,2-0,4	3,97	4,86	2,60	0,08	0,89	0,49	0,03	0,54	4,11	1,49	5,60	26,61

Fonte: Laboratório de Solos, Embrapa Meio-Norte, Parnaíba - PI, 2008.

**TABELA 3.** Rendimento médio de algodão em caroço e de grãos de feijão-caupi, em cultivo solteiro, em função dos valores de ISNA's definidos para as lâminas de irrigação aplicadas. Teresina, PI, 2008.

LT (mm)		LD (mm)	ISNA'S		Produção (kg/ha)	
FC	A		FC	A	FC	A
L4 - 376,8	474,7	254,8	0,977	0,780	1352,5	3337,0
L3 - 307,3	405,2	185,3	1,000	1,000	1632,8	3273,5
L2 - 262,3	360,2	140,2	0,701	0,763	1109,2	3245,5
L1 - 217,3	315,2	95,2	0,381	0,579	987,4	1910,9
*****	*****	*****	0,765	0,780	1270,5	2941,8

FC – feijão-caupi; A – algodão herbáceo; LT – lâmina total; LD – lâmina diferenciada; PROD – produtividade de algodão em caroço e grãos.

**TABELA 4.** Rendimento médio de algodão em caroço e de grãos de feijão-caupi, em cultivo consorciado, em função dos valores de ISNA's definidos para as lâminas de irrigação aplicadas. Teresina, PI, 2008.

LT (mm)		LD (mm)	ISNA C	Produção (kg/ha)		
FC	A			FC	A	EQ (A)
L4 - 376,8	474,7	254,8	0,861	586,4	2485,6	2860,1
L3 - 307,3	405,2	185,3	1,000	391,2	2577,5	2827,3
L2 - 262,3	360,2	140,2	0,669	389,0	2127,8	2376,2
L1 - 217,3	315,2	95,2	0,617	355,1	1975,7	2202,3
*****	*****	*****	0,787	430,4	2291,6	2566,5

FC – feijão-caupi; A – algodão herbáceo; C – consórcio; LT – lâmina total; LD – lâmina diferenciada; ISNA\_C – ISNA consórcio; EQ (A) – produção equivalente de algodão em caroço.

