

MANEJO DA IRRIGAÇÃO NA CULTURA DO ALGODOEIRO HERBÁCEO EM CONDIÇÕES SEMI-ÁRIDAS DO NORDESTE¹

FRANCISCO ASSIS DE OLIVEIRA² E TARCÍSIO GOMES DA SILVA CAMPOS³

RESUMO - Durante quatro anos - 1989/1992 -, foi conduzido um ensaio, num solo aluvial, franco arenoso, no Projeto de Irrigação São Gonçalo, no município de Sousa, PB. Ojetivou-se estudar o efeito de cinco épocas da última irrigação aos 50 (E_1), 65 (E_2), 80 (E_3), 95 (E_4) e 110 (E_5) dias do ciclo da cultura do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.r. *latifolium* Hutch), sobre as cultivares CNPA Precoce 1, CNPA Acala 1, CNPA-6H e IAC-20. Usou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso com parcelas subdivididas, com quatro repetições. As épocas da última irrigação E_1 , E_2 , E_3 , E_4 , e E_5 promoveram rendimentos de algodão em rama da ordem de 2.355, 3.036, 3.815, 4.059 e 3.720 kg/ha, com a aplicação de uma lâmina total de irrigação de 280, 426, 609, 714 e 830 mm, respectivamente. Até o tratamento E_3 houve acréscimos significativos no rendimento da cultura, com $E_2 > E_1$ (681 kg/ha) e $E_3 > E_2$ (779 kg/ha), porém não houve diferença significativa entre E_3 , E_4 e E_5 . O tratamento E_3 promoveu a maior taxa marginal de retorno (2,05), enquanto o E_4 contribuiu com o maior acréscimo de receita líquida (R\$ 866,00/ha). Os rendimentos das cultivares IAC-20, com 3.847 kg/ha e CNPA-6H, com 3.604 kg/ha não foram significativamente diferentes, mas suplantaram os resultados da CNPA Precoce 1 (3.222 kg/ha) e CNPA Acala 1 (2.914 kg/ha). A variação da época da última irrigação não modificou o ciclo da cultura, tendo no entanto todas as cultivares completaram seus ciclos produtivos aos 125 dias. Os resultados médios do rendimento da cultura em função das épocas da última irrigação se ajustaram a um polinômio do 2º grau, com $R^2 = 0,947^{**}$, o que mostra que aos 95 dias seria, teoricamente, a época da última irrigação que proporcionaria os rendimentos máximos.

Termos para indexação: *Gossypium hirsutum*, última irrigação, ciclo da cultura, rendimento.

IRRIGATION MANAGEMENT ON HERBACEOUS COTTON UNDER SEMI-ARID CONDITIONS OF THE BRAZILIAN NORTHEAST

ABSTRACT - During four years -1989/92 -, an experiment was carried out in an alluvial sandy loam soil, of the São Gonçalo Irrigation Project, at Sousa, PB, Brazil, with the objective of studying the effects of five timings from the last irrigation at 50 (E_1), 65 (E_2), 80 (E_3), 95 (E_4) and 110 (E_5) days of the herbaceous cotton cultivar (*Gossypium hirsutum* L.r. *latifolium* Hutch) cycle, on cultivars CNPA Precoce 1, CNPA Acala 1, CNPA-6H and IAC-20. The experimental plan was a randomized complete block in a split-plot design, with four replications. The timing of the last irrigation E_1 , E_2 , E_3 , E_4 and E_5 promoted cotton yield of 2355, 3036, 3815, 4059 and 3720 kg/ha, with applied irrigation water amounts of 280, 426, 609, 714 and 830 mm, respectively. There were significant increases in the yield cotton up to treatment E_3 , with $E_2 > E_1$ (681 kg/ha) and $E_3 > E_2$ (779 kg/ha), but did not show significant difference between E_3 , E_4 and E_5 . Treatment E_3 promoted the maximum rate of marginal return (2.05), and treatment E_4 contributed with maximum increase in liquid profit (R\$ 866.00/ha). Herbaceous cotton IAC-20 with 3847 kg/ha and CNPA-6H with 3604 kg/ha yields did not differ, but were significantly more productive than the cultivars CNPA Precoce 1 (3222 kg/ha) and CNPA Acala 1 (2914 kg/ha). The timing of the last irrigation did not alter the culture cycle, but all cultivars completed their productive cycle 125 days after emergence. The medium results of culture yield in function of the timings of the last irrigation adapted to a square function, with $R^2 = 0.947^{**}$, showed that, at 95 days theoretically, the timing of the last irrigation would provide maximum yields.

Index terms: *Gossypium hirsutum*, last irrigation, culture cycle, yield increase

¹ Aceito para publicação em ...

² Eng. Agr., Dr., Prof. Adjunto, Universidade Federal da Paraíba CEP 58397-000 Areia, PB. Bolsista do CNPq.

³ Eng. Agr., M.Sc., EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (CNPA), CEP 58107-720 Campina Grande, PB.

INTRODUÇÃO

No planejamento e manejo de um sistema de irrigação, é importante conhecer a demanda da cultura e a época oportuna da última irrigação, visto que o incremento da agricultura irrigada e dos custos de água e de energia induzem ao uso eficiente e racional da irrigação. A história tem referenciado a cotonicultura como uma tradicional atividade agrícola de importância sócio-econômica para a maioria da região semi-árida do Nordeste brasileiro, em virtude, principalmente, do grande contingente de mão-de-obra que congrega no campo e na cidade (SUDENE, 1979). Tradicionalmente, o algodoeiro era cultivado, na região, como exploração itinerante e dependente da precipitação pluvial natural. Porém, a má distribuição das chuvas e a entrada do bicudo do algodoeiro (*Anthonomus grandis* Boheman), principalmente, e o uso de tecnologias inadequadas, têm reduzido seriamente a área cultivada, bem como a produção e produtividade da cultura na região (Barreiro Neto et al., 1987; Moreira et al., 1989). A irregularidade pluviométrica, no Nordeste, é um dos fatores que mais tem limitado o rendimento da cultura (Aragão Júnior et al., 1988), causando perdas de até 70% na produção e produtividade do algodoeiro (Magalhães et al., 1987). Essa situação tem sinalizado para um incremento da área com cotonicultura irrigada, como forma de tornar sua produção menos dependente das condições de chuva natural, e assim assegurar a demanda do produto na região, que na qualidade de exportadora de algodão passou a condição de importadora para atender a necessidade de seu parque industrial.

O conhecimento da época apropriada da última irrigação na cultura do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.r. *latifolium* Hutch) é fundamental, pois evita que se anteceda ou retarde o período das irrigações com conseqüências nocivas sobre o rendimento da cultura e a qualidade tecnológica da fibra (Spooner et al., 1958; Marani & Horwitz, 1963; Stockton et al., 1967; Marani & Amirav, 1971). As condições edafoclimáticas do ecossistema e as características da cultura determinam, de certa forma, a frequência de irrigação, a quantidade de água a aplicar e a época oportuna da última irrigação (Stockton et al., 1967; Millar, 1976). Para vários pesquisadores (Miller & Grimes, 1967; Marani & Amirav, 1971; Oliveira & Silva, 1987), a antecipação do período das irrigações concorre para que o rendimento da cultura do algodoeiro seja sensivelmente reduzido e as características tecnológicas da fibra não atinjam os padrões de qualidade exigidos pelo mercado consumidor. Porém, se a irrigação final for excessivamente retardada, pode favorecer o desenvolvimento vegetativo, limitar o aparecimento das estruturas produtivas, atrasar a abertura dos capulhos maduros, retardar o ciclo da cultura, reduzir o rendimento e deteriorar a qualidade do produto (Aranda, 1966; Ferry et al., 1967; Kittock et al., 1983). Segundo Ferry et al. (1967), a época correta da irrigação final na cultura do algodoeiro acelera a abertura dos capulhos maduros, sem, no entanto, reduzir a produção e a qualidade da fibra. Ribeiro (1965) recomenda suspender a irrigação quando as maçãs estiverem completamente formadas, para que o estresse de umidade no solo provoque o amadurecimento uniforme da planta, permitindo, assim, antecipar a colheita, sem, no entanto, reduzir a qualidade do produto colhido. Miller & Grimes (1967), na Califórnia, suspendendo a irrigação com 36% das maçãs formadas, obtiveram significativa redução no rendimento da cultura. De acordo com Oliveira & Silva (1987), nas condições do Centro-Oeste baiano foi necessário irrigar o algodoeiro herbáceo até os 103 dias, para que a cv. SU-0450 atingisse o patamar de rendimentos máximos. Para que o desenvolvimento normal da fibra e da semente de algodão atinjam padrões aceitáveis, torna-se necessário continuar irrigando a cultura até o período de maturação dos capulhos (Stockton et al., 1967).

Oliveira & Silva (1987), em Barreiras, BA, verificaram que o rendimento de algodão em rama foi significativamente reduzido quando suspenderam as irrigações no início da floração, e 20 dias após. Segundo Millar (1976), o déficit de umidade no solo durante o período de floração pode reduzir o rendimento da cultura em até 40%. Bruce & Romkens (1965) consideram necessário manter boas condições de umidade no solo durante o período de quatro semanas após o início da floração de cultura, o que, de certa forma, está de acordo com Marinato & Lima (1982), quando afirmam que o algodão é bastante sensível ao déficit de umidade no solo, do período do inicial da floração à formação dos capulhos. No Texas, EUA, Gerard & Clark (1978), obtiveram bons resultados quanto ao rendimento e qualidade da fibra do algodoeiro herbáceo, quando aplicaram mais duas irrigações após o início da floração da cultura. Segundo Oliveira et al. (1991), no perímetro de irrigação São Gonçalo, PB, para atingir significativamente o patamar de rendimento máximo não é necessário irrigar o algodoeiro herbáceo após os 70 dias do ciclo da cultura, pois irrigação além desse período contribui apenas para aumentar a área foliar e os custos de produção. Bruce & Shipp (1962), citados por Marani & Amirav (1971), consideram necessário manter boas condições de umidade no solo até três semanas após o início da floração do algodão.

A presente pesquisa objetivou estudar o efeito de cinco épocas de suspensão da última irrigação sobre as características de desenvolvimento e rendimento de quatro cultivares de algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.r. *latifolium* Hutch), no Projeto de Irrigação São Gonçalo, PB.

MATERIAL E MÉTODOS

Durante quatro anos consecutivos, 1989/92, repetiu-se um ensaio com a cultura do algodoeiro herbáceo irrigada do Projeto de Irrigação São Gonçalo, situado próximo a cidade de Sousa, PB, rodovia BR 230, a 360 km da capital João Pessoa, apresentando como coordenadas geográficas: latitude 6°50'S, longitude 38°19'W. de Greenwich, e altitude 235 metros. As médias de quatro anos das características climáticas no período em que foi conduzida a pesquisa, encontram-se na Tabela 1.

TABELA 1. Médias de quatro anos, 1989/92, das características climáticas da estação meteorológica do projeto de irrigação são gonçalo, pb, durante o período experimental (julho-novembro).

Variável climática		Mês				
		Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro
Temperatura máxima média	(°C)	31,3	32,5	33,9	34,4	34,5
Temperatura mínima média	(°C)	20,3	19,9	20,9	22,0	22,6
Temperatura média	(°C)	25,5	26,0	27,2	27,9	28,2
Evap. do tanque classe A	(mm)	207,7	255,4	272,8	286,4	269,9
Velocidade do vento	(m/seg)	3,2	3,3	3,2	3,0	3,0
Umidade relativa do ar	(%)	54,3	50,0	47,3	46,7	47,0
Precipitação pluvial	(mm)	13,2	7,4	11,0	9,0	8,2
Evapotranspiração ¹	(mm)	168,2	181,6	200,0	222,2	223,0

¹ Segundo Hargreaves (1974)

O ensaio foi sempre repetido no mesmo local, em um solo aluvial franco arenoso, na área experimental do Instituto Agrônomo José Augusto Trindade (IAJAT), apresentando nos 40 cm superficiais, em média, 63% de areia, 29% de silte e 8% de argila. Na Tabela 2 estão algumas características físico-hídricas e químicas do solo utilizado no trabalho. O preparo da área constou de aração e duas gradagens niveladoras em sentidos cruzados. Anualmente, a área recebeu uma adubação de manutenção, nos sulcos de semeadura, constituída por 40 kg/ha de N, na forma de sulfato de amônio, 50 kg/ha de P₂O₅ na forma de superfosfato simples, e 30 kg/ha de K₂O, na forma de potássio; e em cobertura, foram aplicadas duas doses de 40 kg/ha de N na forma de uréia, 30 e 45 dias após a emergência.

TABELA 2. Características físico-hídricas e químicas da área experimental na profundidade de 0 - 40 cm, média do período de 1989/92.

Parâmetro	Valor	Parâmetro	Valor
Areia - fina (g/dm ³)	320	CE (dS/m)	1,1
- grossa (g/dm ³)	310	pH (H ₂ O - 1:2,5)	6,4
Silte (g/dm ³)	290	Al ³⁺ (mmol _c /dm ³)	0,0
Argila (g/dm ³)	80	H ⁺ (mmol _c /dm ³)	16,5
Classificação textural	franco arenoso	Ca ²⁺ (mmol _c /dm ³)	54,3
Umidade a 0,033 MPa (%)	15,04	Mg ²⁺ (mmol _c /dm ³)	18,1
Umidade a 1,500 MPa (%)	8,20	P (mg/dm ³)	75,0
Densidade:		K (mg/dm ³)	87,0
- global (kg/dm ³)	1,29	Na (mg/dm ³)	20,5
- de partículas (kg/dm ³)	2,54	M. orgânica (g/dm ³)	12,1

Usou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com os tratamentos distribuídos em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os tratamentos principais foram definidos pela época da última irrigação aos 50, 65, 80, 95 e 110 dias do ciclo da cultura, identificados por E₁, E₂, E₃, E₄ e E₅, respectivamente. Os tratamentos secundários ou subtratamentos foram constituídos pelas cultivares de algodoeiro herbáceo CNPA Precoce 1, CNPA Acala 1, CNPA-6H e IAC-20. A parcela principal teve área de 80 m², e a subparcela, 20 m², ficando como área útil 8 m² da parte central da subparcela.

Utilizou-se o espaçamento de 1 m entre fileiras contínuas, e após o desbaste foram deixadas oito plantas/m. Efetuou-se a semeadura na borda do sulco de irrigação nas seguintes datas: 21.07.89, 14.07.90, 10.07.91 e 23.07.92. O controle das ervas daninhas foi mantido com três capinas manuais por experimento. Quanto aos tratamentos fitossanitários, foram feitas pulverizações, na maioria das vezes preventivas, à base de Metasystox, Decis e Tamaron para o combate o pulgão, com Cymbush para o controle do bicudo, e com Carvin e Decis para o controle da lagarta-rosada e lagarta-de-maçã. O pulgão foi a praga que apresentou maior incidência, porém em pontos localizados, em cujos focos concentraram-se as aplicações dos inseticidas.

As parcelas foram construídas praticamente em nível, providas de marachas individuais, para evitar a perda da água da irrigação em suas extremidades, e o método de irrigação utilizado foi o superficial em sulco. Para umidade disponível no solo, considerou-se a água retida entre as tensões 0,033 MPa e 1,5 MPa, determinadas em panela e membrana de pressão, conforme Richards (1947). A evapotranspiração da cultura foi determinada indiretamente em função da evaporação do tanque classe "A" e do coeficiente da cultura recomendado por Hargreaves (1974). O manejo da irrigação foi efetuado sempre que a evapotranspiração da cultura consumia, em média, 65% da umidade disponível nos 60 cm superficiais do perfil do solo. Durante o ensaio, para o monitoramento das condições de umidade no solo, utilizou-se o método gravimétrico e o medidor de umidade *Soil Test*.

Para a tomada dos dados fenológicos da cultura, considerou-se o aparecimento dos primeiros botões florais, o início da floração e a abertura dos primeiros capulhos, quando o registro diário identificou a presença desses parâmetros em, pelo menos, 50% nas subparcelas representadas pelas cultivares. A área foliar foi determinada segundo Ashley et al. (1963) e expressa em termos de índice de área foliar. Foram realizadas duas colheitas: a primeira, aos 105 dias, e a segunda, aos 125 dias de ciclo da cultura.

Procedeu-se à análise econômica segundo Perrin et al. (1976), com base no método do benefício custo, sendo atribuídos os custos de R\$ 43,00/ha/irrigação (preço da água, incluindo os custos de aplicação, tratamentos culturais e colheita), e de R\$ 0,80/kg de algodão em rama (preço recebido pelo cotonicultor). O procedimento utilizado foi o seguinte:

1. Os incrementos de produção (Y) foram calculados pela diferença entre os rendimentos obtidos com os tratamentos E_2 , E_3 , E_4 e E_5 , em relação ao tratamento E_1 .

2. Multiplicaram-se os incrementos de produção (Y) pelo preço unitário do produto, obtendo-se, desta maneira, os acréscimos de receita bruta.

3. Do acréscimo de receita bruta foram subtraídos os custos com irrigação, taxa da água incluindo os custos de aplicação, manejo cultural e colheita, obtendo-se, assim, os acréscimos de receita líquida.

4. Dividiu-se o acréscimo da receita líquida pelo custo total com a taxa da água incluindo os custos com a aplicação das irrigações, o manejo cultural e a colheita, em cada tratamento, obtendo-se, desta forma, as taxas marginais de retorno para a última irrigação aos 65, 80, 95 e 110 dias, em relação à última irrigação aos 50 dias.

Para interpretação dos resultados finais, analisou-se o aparecimento dos botões florais, início da floração, primeiros capulhos, estande final, altura da planta, área foliar, precocidade, ciclo da cultura, características da fibra, rendimento da cultura, turno de rega, número de irrigação, lâmina aplicada, acréscimos de rendimentos líquidos e taxa marginal de retorno. As médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, e os resultados de produção foram submetidos à análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados médios dos quatro anos de observação, referentes à fenologia da cultura, estão registrados na Tabela 3, onde se constata que o aparecimento dos primeiros botões florais ocorreu aos 27 dias de idade das plantas, em todas as cultivares, e o início da floração foi verificado aos 41,7 dias na CNPA Precoce 1, e aos 43,3 nas demais cultivares. Ainda na Tabela 3, observa-se que a abertura dos primeiros capulhos verificou-se aos 84,7 e 86,9 dias nas cultivares CNPA Precoce 1 e CNPA Acala 1, respectivamente, e aos 87,6 dias para as cultivares CNPA-6H e IAC-20, tendo entretanto todas as cultivares completado seus ciclos produtivos aos 125 dias. Não houve diferenças apreciáveis com relação a essas características de desenvolvimento entre as cultivares em estudo. Os resultados obtidos discordam das encontradas em cultivo de sequeiro. Na Região, que são de 45, 47 e 60 dias para o início da floração; 80, 98 e 118 dias para abertura dos primeiros capulhos, e 100, 140 e 145 dias para o ciclo das cultivares CNPA Precoce 1, CNPA Acala 1 e CNPA-6H respectivamente. (Embrapa, 198-a, 198-b, 198-c). Com relação ao manejo das irrigações, houve tendência de a abertura dos primeiros capulhos atrasar até cinco dias com o prolongamento da época da última irrigação, mas este comportamento não provocou efeito sobre o ciclo produtivo da cultura (Tabela 3). Certamente, as elevadas temperaturas máximas (Tabela 1) registradas principalmente durante o período de formação e abertura dos capulhos, contribuíram para não haver diferença no ciclo da cultura com o retardamento da época da última irrigação, o que concorda com Mutsears (1976), citado por Kittock et al. (1983), quando afirma que existe estreito relacionamento entre o período de maturação dos capulhos com a temperatura do período.

TABELA 3. Médias de quatro repetições por ano dos dados fenológicos do algodoeiro herbáceo cnpa precoce 1, cnpa acala 1, cnpa-6h e iac-20, submetido a diversas épocas de suspensão da última irrigação, durante a experimentação.

Suspensão da irrigação ¹	Aparecimento dos			Colheita final
	1 ^o botões	1 ^o flores	1 ^o capulhos	
E ₁	27,0	42,9	84,0	125
E ₂	27,0	42,9	85,2	125
E ₃	27,0	42,9	86,4	125
E ₄	27,0	42,9	88,9	125
E ₅	27,0	42,9	89,0	125
Cultivar:				
CNPA Precoce 1	27,0	41,7	84,7	125
CNPA Acala 1	27,0	43,3	86,9	125
CNPA-6H	27,0	43,3	87,6	125
IAC-20	27,0	43,3	87,6	125

¹ E₁, E₂, E₃, E₄ e E₅ = suspensão da irrigação aos 50, 65, 80, 95 e 110 dias do ciclo da cultura, respectivamente.

A tabela 4 mostra que o prolongamento do período da suspensão da última irrigação concorreu para atrasar a abertura dos primeiros capulhos com incrementos de 3,3; 6,3; 5,0 e 5,3 dias, respectivamente, no tocante a CNPA Precoce 1, CNPA Acala 1, CNPA-6H e IAC-20. Isto, concorda com Kittock et al. (1983), quando no Arizona-EUA, antecipando a época da irrigação final, obtiveram como resultado antecipar a abertura dos capulhos em até 17 dias em comparação à cultura não estressada durante o período normal para irrigação final.

A análise de variância revelou efeito altamente significativo ($p < 0,01$) dos tratamentos sobre os resultados de altura da planta, estande final, índice de área foliar, percentagem do rendimento na primeira colheita, precocidade e produtividade de algodão em rama. O efeito foi tanto para época da última irrigação como para cultivar, exceto quanto ao estande em que houve efeito apenas de cultivar, e não houve interação entre época da última irrigação e cultivar. A comparação entre as médias, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade (Tabela 5), permite constatar que a cultura cresceu com o período de retardamento da última irrigação, porém não houve diferença significativa entre os tratamentos E₃, E₄ e E₅, mas estes suplantaram os tratamentos E₁ e E₂, e o E₂ diferiu do E₁. Comportamento semelhante foi registrado com os resultados do índice de área foliar (IAF), em que apenas o tratamento E₁ apresentou menor IAF, e não houve diferença entre os outros tratamentos. Para Kittock et al. (1983), no Arizona, aos 28 dias após a última irrigação, o crescimento da cultura pode paralisar, e o IAF pode ser reduzido por causa da queda das folhas; isto pode contribuir para redução da altura das plantas em até 41% em relação à irrigação normal (Stockton et al., 1967).

Ainda na Tabela 5, é possível verificar que a antecipação da última irrigação concorreu para aumentar a percentagem de rendimento na primeira colheita, mas sem apresentar diferença significativa entre os resultados dos tratamentos E₁, E₂ e E₃, ou entre E₃, E₄ e E₅, contudo os tratamentos E₁ e E₂ apresentaram percentagens de significativamente maiores rendimento do que E₄ e E₅. Isto, de certa forma, mostra que a antecipação da última irrigação, contribuiu para acelerar a abertura dos capulhos maduros, o que está de acordo com os resultados obtidos por Oliveira & Silva (1987); no entanto, não contribuiu para antecipar o ciclo produtivo da cultura. Com relação à precocidade, não houve diferença significativa entre os resultados dos tratamentos E₁ e E₅ ou entre E₂, E₃ e E₄; contudo, os resultados dos tratamentos E₂, E₃ e E₄ foram significativamente superiores aos dos E₁ e E₅ (Tabela 5). Verificou-se ainda, que aumentando o período para a última irrigação de E₁ para E₂ e de E₂ para E₃, os acréscimos no rendimento da cultura foram significativos. Porém, o maior rendimento, 4059 kg/ha, foi obtido com o tratamento E₄, cujo resultado não foi significativamente diferente dos resultados do E₃ e E₅, mas superou em 72,7% e 33,7% os resultados do E₁ e E₂, respectivamente. Isto permite afirmar que não é necessário continuar irrigando o algodoeiro herbáceo além dos 80 dias do ciclo da cultura para atingir os patamares dos rendimentos máximos. Oliveira & Silva (1987) mostraram que para atingir esses níveis de produtividades, no centro oeste baiano, foi necessário continuar irrigando o algodoeiro herbáceo, cultivar SU-0450, até 40 dias após o início da floração (o que corresponde a

103 dias do ciclo da cultura). Para Bruce & Romkens (1965), é necessário manter um bom suprimento de umidade no solo até quatro semanas após o início da floração do algodoeiro. Para Adams et al. (1942), citados por Marani & Amirav (1971), a última irrigação aplicada sete semanas após o início da floração foi tarde demais, e, portanto, prejudicial ao rendimento da cultura. Certamente a época oportuna da última irrigação pode ser influenciada por vários fatores ambientais, incluindo capacidade de retenção de umidade no solo, demanda evaporativa, frequência de irrigação, nutrição, e características da cultura, entre outros.

TABELA 4. Abertura dos primeiros capulhos de quatro cultivares de algodoeiro herbáceo em função de diferentes épocas da suspensão da última irrigação, durante a experimentação, médias de quatro repetições por ano.

Cultivar	Suspensão da irrigação ¹				
	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅
CNPA Precoce 1	82,7	84,0	85,2	85,5	86,0
CNPA Acala 1	83,7	85,0	86,0	90,0	90,0
CNPA-6H	85,0	86,0	87,2	90,0	90,0
IAC-20	84,7	86,0	87,2	90,0	90,0

¹ E1, E2, E3, E4 e E5 = suspensão da irrigação aos 50, 65, 80, 95 e 110 dias do ciclo da cultura, respectivamente.

TABELA 5. Resultados de alguns parâmetros de plantas relativos às quatro cultivares de algodoeiro herbáceo submetidas a diferentes épocas de suspensão da última irrigação, durante o período experimental. Médias de quatro anos¹.

Suspensão da irrigação ¹	Altura (cm)	Estande (N ^o /8m ²)	IAF* (m ² /m ²)	1 ^a Colheita (%)	Precocidade (%)	Rendimento (kg/ha)
E ₁	80,3c	55,31a	2,97b	83,0a	55,4b	2355c
E ₂	95,0b	57,80a	4,09a	86,4a	74,4a	3036b
E ₃	104,7a	56,05a	4,17a	77,4ab	85,1a	3815a
E ₄	107,0a	55,31a	4,30a	69,1b	82,6a	4059a
E ₅	109,0a	55,32a	4,13a	66,6b	72,5b	3720a
Cultivar:						
CNPA Precoce 1	86,0b	61,14a	3,16b	86,8a	81,6a	3222b
CNPA Acala 1	104,4a	55,35b	4,11a	75,4b	61,6b	2914b
CNPA-6H	103,8a	56,03b	4,44a	71,3b	74,4 ^a	3605a
IAC-20	102,6a	51,27c	4,03a	72,4b	78,5 ^a	3847a
Média	99,2	55,95	3,93	76,5	74,0	3397
C.V.(%) irrigação	12,8	18,15	19,12	15,3	14,7	13,5
C.V.(%) cultivar	10,2	15,30	17,20	11,3	12,0	10,1

¹ Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

² E1, E2, E3, E4 e E5 = suspensão da irrigação aos 50, 65, 80, 95 e 110 dias do ciclo da cultura, respectivamente.

³ Dados tomados, em média, aos 74 dias do ciclo da cultura.

Às cultivares CNPA Acala 1, CNPA-6H e IAC-20 apresentaram os maiores valores médios de altura da planta e de índice de área foliar, sem entretanto superando os resultados provenientes da CNPA Precoce 1 (Tabela 5). Situação inversa foi registrada com relação à porcentagem do rendimento na primeira colheita. Ainda com relação às cultivares, o maior rendimento médio - 3.847 kg/ha de algodão em rama-, foi obtido com a cv. IAC-20, cujo resultado não se diferenciou significativamente do rendimento da CNPA-6H, mas superou a CNPA Precoce 1 em 19%, e a CNPA Acala 1, em 32%. Ainda na Tabela 5, pode-se constatar que a CNPA Precoce 1, CNPA-6H e IAC-20 não apresentaram diferença significativa entre si, com relação aos resultados de precocidade, porém foram mais precoces do que a CNPA Acala 1. A cultivar CNPA Precoce 1 apresentou o maior percentual (86,8%) de rendimento na primeira colheita, cujo resultado foi significativamente superior aos obtidos com as demais cultivares, e no entanto, não houve diferença significativa entre os resultados das cultivares CNPA Acala 1, CNPA-6H e IAC-20. Comportamento semelhante foi registrado com relação ao estande.

Na Tabela 6, pode-se verificar que houve efeito das épocas da suspensão da última irrigação sobre os resultados de peso de capulho, peso de 100 sementes e comprimento de fibra. O menor peso médio de capulho-, 6,15 g-, foi obtido com a última irrigação processada aos 50 dias, cujo resultado não se diferenciou do resultado da última irrigação aos 65 dias, mas foi significativamente inferior aos resultados dos demais tratamentos, mas não houve diferença significativa entre os pesos de capulhos dos tratamentos E₂, E₃, E₄ e E₅. Resultados semelhantes aos de peso de capulhos foram registrados com relação ao peso de sementes e ao comprimento de fibra. Com relação as cultivares, a IAC-20 apresentou o maior peso de capulho-, 7,17 g-, não diferindo significativamente do obtido com a CNPA-6H, mas superando os demais tratamentos. Idêntico comportamento foi registrado com relação ao peso de sementes. Ainda na Tabela 6, pode-se observar que não houve diferença significativa entre as cultivares CNPA Precoce 1, CNPA-6H e IAC-20, com relação à porcentagem de fibra, mas estas cultivares superaram a CNPA Acala 1. Com relação ao comprimento e à resistência da fibra, a situação se inverteu, ou seja, a CNPA Acala 1 apresentou significativamente maior comprimento de fibra-, 35,24 mm-, e maior resistência-, 9,56 lb/mg-, no tocante à finura; a CNPA Precoce 1 e CNPA Acala 1 não apresentaram diferença significativa entre si, mas foram inferiores as cultivares CNPA-6H e IAC-20(Tabela 6).

TABELA 6. Resultados de algumas características tecnológicas de fibra de quatro cultivares de algodoeiro herbáceo submetidas a diferentes épocas de suspensão da última irrigação, durante o período experimental. Médias de quatro anos¹.

Suspensão da irrigação ²	Capulho (g)	100 sementes (g)	Fibra (%)	Comprimento (2,5%mm)	Resistência (lb/mg)	Finura (g/in)	Uniformidade (50/2,5%)	Maturação (STM-%)
E ₁	6,15b	11,11b	38,36a	29,74b	8,11a	4,10a	52,87a	57,81a
E ₂	6,60ab	11,95a	37,04a	32,30a	8,27a	3,60b	54,20a	56,87a
E ₃	6,83a	12,03a	38,27a	32,63a	8,33a	3,86a	54,43a	54,22a
E ₄	6,84a	12,01a	38,60a	32,59a	8,33a	3,99a	53,91a	55,09a
E ₅	6,82a	11,95a	38,72a	32,56a	8,49a	3,89a	53,85a	54,90a
Cultivar:								
CNPA Precoce 1	6,18b	11,44b	38,32a	31,08b	7,99b	3,66b	53,38a	57,01a
CNPA Acala 1	6,55b	11,87b	37,66b	35,24a	9,56a	3,49b	53,78a	56,59a
CNPA-6H	6,67ab	11,96b	38,98a	30,75b	7,72b	4,18a	53,48a	55,23a
IAC-20	7,17 ^a	12,25a	38,76a	30,78b	7,96b	4,24a	54,76a	54,61a
Média	6,64	11,81	38,20	31,96	8,31	3,89	53,85	55,86
C.V.(%) irrigação	12,92	9,69	7,47	4,36	10,15	12,06	3,87	14,13
C.V.(%) cultivar	10,52	9,46	6,10	3,87	8,17	10,60	3,69	13,18

¹ Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

² E₁, E₂, E₃, E₄ e E₅ = suspensão da irrigação aos 50, 65, 80, 95 e 110 dias do ciclo da cultura, respectivamente.

Na Fig. 1, observa-se, pela comparação do rendimento da cultura em função dos tratamentos principais (época da última irrigação), que em todas as cultivares o rendimento teve comportamento semelhante, crescendo à medida que se prolongou a época da última irrigação até aos 95 dias (E₄), e além desta época, todas as cultivares tiveram seus rendimentos em declínio. Observa-se, ainda que, quando o período de irrigação passou dos 50 para os 65 dias, registrou-se a maior taxa de ganho no rendimento de algodão em rama-, 525 kg/ha, na CNPA Acala 1-, enquanto nas cultivares CNPA Precoce 1, CNPA-6H e IAC-20, o maior ganho no rendimento ocorreu quando o período de irrigação passou dos 65 para os 80 dias, registrando acréscimos da ordem de 694, 936 e 980 kg/ha, respectivamente. Considerando que com a última irrigação aos 65 dias o rendimento da cultura foi significativamente reduzido (Tabela 5), o esperado seria que ao cessarem as irrigações mais cedo, as cultivares de ciclo mais curto, à exemplo da CNPA Precoce 1, apresentassem maiores produtividades em relação às de ciclo mais tardio; isto, em geral, não aconteceu, pois a CNPA Precoce 1 teve um ganho de 255 kg/ha no rendimento em relação à CNPA Acala 1, cultivar de ciclo longo, mas foi superada em 376 e 522 kg/ha pela CNPA-6H e IAC-20, cultivares de ciclos longo e médio. A explicação desse comportamento reside no fato de que essas cultivares foram lançadas no Nordeste nas condições de sequeiro (ou seja condições dependente da chuva natural), com limitações de umidade no solo e magnitudes das componentes climáticas, diferentes das registradas durante o período irrigado (época seca do ano). Os resultados submetidos à análise de regressão, onde figura a produtividade média da cultura em

função da época da última irrigação, se ajustaram significativamente a um polinômio do 2º grau, tendo, teoricamente, para o ponto de coordenadas máximas, 95 dias para a época da última irrigação e 3.931 kg/ha de algodão em rama, com coeficiente de determinação, $R^2 = 0,947^{**}$ (Fig. 2). Oliveira & Silva (1987), através da equação de regressão, para as condições do centro-oeste baiano, encontraram que 55 dias após o início da floração (118 dias de ciclo do algodoeiro herbáceo, cv. SU-0450) seria a época da última irrigação que teoricamente proporcionaria o rendimento máximo. Para Miller & Grimes (1967), é necessário continuar irrigando a cultura até que mais de 36% dos capulhos estejam formados, para que o rendimento da cultura não seja significativamente reduzido.

Na Tabela 7, observa-se que o prolongamento do período da última irrigação concorreu para reduzir o turno de rega, em média, de 9,3%, 12,4%, 12,4% e 16,2%; mas aumentou o número de irrigações em 39,6%, 82,0%, 115,8% e 149,6%, e a lâmina de irrigação aplicada, em 52,1%, 117,5%, 155,0% e 196,4%, nos tratamentos E_2 , E_3 , E_4 e E_5 , respectivamente, em relação à última irrigação aos 50 dias. O tratamento E_4 , que necessitou da aplicação da lâmina total de irrigação de 714 mm (Tabela 7), promoveu o maior rendimento da cultura (Tabela 5), superando, inclusive, em 9,1%, o rendimento do tratamento E_5 , que necessitou de uma lâmina total de irrigação 16,2% maior (Tabela 7). Isto vem mostrar que o aumento da lâmina total de irrigação, em razão do prolongamento da época da irrigação final na cultura do algodoeiro herbáceo, não contribui necessariamente para aumentar o rendimento da cultura. Resultados semelhantes foram obtidos por Furtado & Mendes (1977) na área em estudo. Com aplicação de lâmina total de irrigação de 575 mm conseguiram rendimento de 3.300 kg/ha de algodão em rama; quando a aplicação da lâmina de irrigação subiu para 822 mm (42,9% a mais), o rendimento da cultura foi reduzido em 18,5%. Ainda na Tabela 7, pode-se constatar que o tratamento E_4 promoveu o maior acréscimo de retorno líquido - R\$ 866,00/ha-, e no entanto, a maior taxa marginal de retorno, 2,05-, foi proveniente do tratamento E_3 . Todavia, do ponto de vista da análise, é importante acrescentar que os tratamentos que apresentaram as maiores taxas marginais de retorno são os que impõem ao produtor os menores riscos do capital investido. Por isto, deve ser configurado que um manejo de irrigação similar ao do tratamento E_3 será mais econômico nessas condições, principalmente quando o suprimento de água é limitado ou é caro.

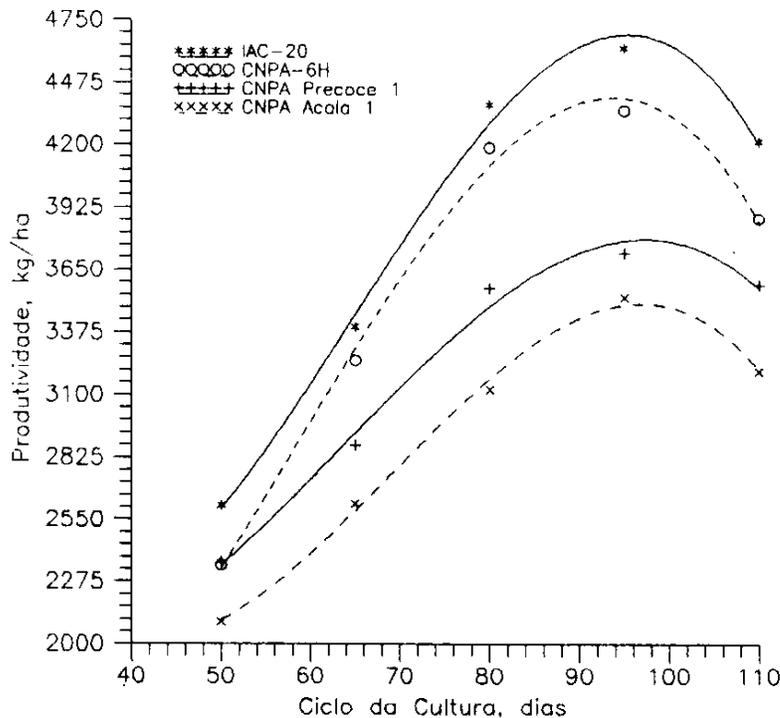


FIG. 1. Produtividade do algodoeiro herbáceo, cultivares cnpa precoce 1, cnpa acala 1, cnpa-6h e iac-20, em função da época da última irrigação, e₁, e₂, e₃, e₄ e e₅, respectivamente, aos 50, 65, 80, 95 e 110 dias do ciclo da cultura. Média de quatro repetições e quatro anos, 1989/92.

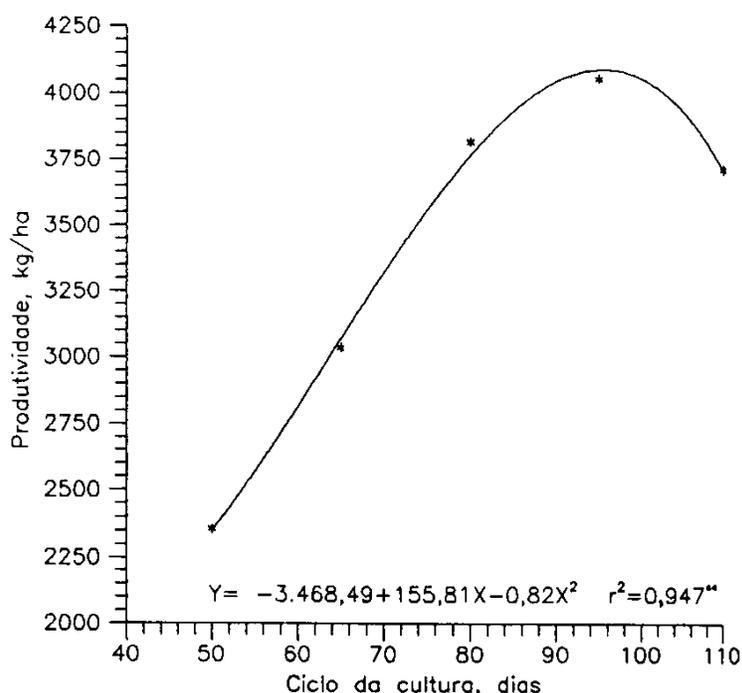


FIG. 2. Produtividade do algodoeiro herbáceo em função da época da última irrigação e₁, e₂, e₃, e₄ e e₅, respectivamente, aos 50, 65, 80, 95 e 110 dias do ciclo da cultura. Média de quatro repetições, quatro cultivares e quatro anos, 1989/92.

TABELA 7. Resultados do turno de rega, número de irrigações, lâmina aplicada, acréscimos de rendimento e de receita líquida e taxa marginal de retorno, durante a experimentação. Médias de quatro repetições por ano.

Suspensão da irrigação	Turno de rega (dia)	Irrigação (Nº)	Lâmina (mm)	Rendimento (Y)	Receita líquida (acrécimo-R\$)	Taxa marginal de retorno
E ₁	8,0	6,9	280	---	---	---
E ₂	7,3	9,7	428	681	544,8	1,85
E ₃	7,0	12,6	609	1460	1668,0	2,05
E ₄	7,0	15,0	714	1704	1363,2	1,74
E ₅	6,7	17,3	830	1365	1092,0	0,98

¹ E₁, E₂, E₃, E₄ e E₅ = suspensão da irrigação aos 50, 65, 80, 95 e 110 dias do ciclo da cultura, respectivamente.

² Y = acréscimo de produção, kg/ha de algodão em rama, em relação à produção obtida com o tratamento E₁.

CONCLUSÕES

1. Em condições irrigadas, não há diferenças apreciáveis entre o desenvolvimento das cultivares de algodoeiro herbáceo CNPA Precoce 1, CNPA Acala 1, CNPA-6H e IAC-20, todas completam seu ciclo produtivo no máximo em 125 dias.

2. As irrigações até os 95 dias contribuem para aumentar o rendimento da cultura, porém o maior incremento de produtividade ocorre quando a última irrigação passa dos 50 para 65 dias na cultivar CNPA Acala 1, e dos 65 para 80 dias na CNPA Precoce 1, CNPA-6H e IAC-20.

3. Com a última irrigação se processando aos 50, 65, 80, 95 e 110 dias do ciclo da cultura, as cultivares de algodoeiro herbáceo IAC-20 e CNPA-6H são mais produtivas que a CNPA Precoce 1 e CNPA Acala 1.

4. Não é necessário continuar irrigando o algodoeiro herbáceo além dos 80 dias para que a cultura atinja seu patamar de rendimento máximo.

REFERÊNCIAS

- ARAGÃO JÚNIOR, T.C.; MAGALHÃES, C.A. de; SANTOS, C.S.V. dos. Estudos de lâminas de irrigação na cultura do algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum*, L.r. *latifolium* Hutch). In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 8, 1988, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: [s.n.], 1988. v.1, p.107-116.
- ARANDA, J.M. Efecto del régimen de riegos sobre el rendimiento adelantado de lacosecha del algodón. **Anales de Edafología y Agrobiología**, Sevilla, v.25, p.313-324, 1966
- ASHLEY, A.D.; DOSS, B.D.; VENNETT, O.L. A method of determining leaf area in cotton. **Agronomy Journal**, Madison, v.25, p.484-585, 1963.
- BARREIRO NETO, M.; SILVA, M.J.; OLIVEIRA, F.A.; CARVALHO, O.S. **Importância da irrigação do algodoeiro no Nordeste Brasileiro**. Campina Grande: Embrapa-CNPA, 1987. 16p. (Documento).
- BRUCE, R.R.; ROMKENS, M.J.M. Fruiting and growth characteristics of cotton in relation to soil moisture tension. **Agronomy Journal**, Madison, v.57, n.2, p.135-140, 1965.
- EMBRAPA. Centro nacional de Pesquisa do Algodão (Campina Grande, PB). **Nova cultivar de algodoeiro herbáceo CNPA Precoce 1**. Campina Grande, [198-a]. Folder.
- EMBRAPA. Centro nacional de Pesquisa do Algodão (Campina Grande, PB). **“CNPA Acala 1”. Nova cultivar de algodoeiro herbáceo de fibra longa para áreas irrigadas do Nordeste**. Campina Grande, [198-b]. Folder.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (Campina Grande, PB). **Nova cultivar de algodoeiro herbáceo CNPA 6H ouro branco**. Campina Grande, [198-c]. Folder.
- FERRY, G.V.; GEORGE, A.G.; JOHNSON, C.E.; McCUTCHEON, O.D.; STROMBERG, L.K.; BOOHER, L.J.; HOOVER, M. **Guides in cotton irrigation**. California: University of California, 1967. 25p.
- FURTADO, J.S.; MENDES, W.C.R. Estudos da evapotranspiração na cultura do algodoeiro herbáceo. **Boletim Técnico**, Fortaleza, v.32, n.2, p.189-195, 1977.
- GERARD C.J.; CLARK, L.E. **Effects of water management and soil physical properties on cotton production in the rolling plains**. Texas: Agricultural Experiment Station, 1978. 26p.
- HARGREAVES, G.H. **Potential evapotranspiration and irrigation requirements for the Northeast of Brazil**. Utah: Utah State University, 1974. 55p.
- KITTOCK, D.L.; HENNEBERRY, T.J.; BARIOLA, L.A.; TAYLOR, B.B.; HOFMAN, W.C. Cotton boll period response to water stress and pink bollworm. **Agronomy Journal**, Madison, v.75, n.1, p.17-20, 1983.
- MAGALHÃES, H.C.F.; GARAGORRY, F.L.; GASQUES, J.G.; MOLION, L.B.; NETO, M.S.A.; NOBRE, C.A.; PORTO, E.R.; REBOUÇAS, O.E. **The effects of climatic variations on agriculture in the Northeast of Brazil**. Luxemburgo/Austria: [s.n.], 1987. 109p.
- MARANI, A.; AMIRAV, A. Effects of soil moisture stress on two varieties of upland cotton in Israel. I. The coastal, plain region. **Experimental Agriculture**, London, v.7, n.3, p.213-224, 1971.
- MARANI, A.; HORWITZ, M. Growth and yield of cotton as affected by the time of single irrigation. **Agronomy Journal**, madison, v.55, n.3, p.219-222, 1963.
- MARINATO, R.; LIMA, C.A.S. Irrigação do algodão. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.8, n.92, p.75-81, 1982.
- MILLAR, A.A. **Respuesta de los cultivos al déficit de agua como información básica para el manejo del riego**. Petrolina: Embrapa-CPATSA, 1976. 62p.

- MILLER, R.J.; GRIMES, D.W. Effects of moisture stress on cotton yields. **California Agriculture**, California, v.21, n.8, p.18-19, 1967.
- MOREIRA, J.A.N.; FREIRE, E.C.; SANTOS, R.F.; BARREIRO NETO, M. **Algodoeiro mocó**: uma lavoura ameaçada de extinção. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1989. 20p. (Embrapa-CNPA, DOCUMENTO, 36).
- OLIVEIRA, F.A. de; CAMPOS, T.G.S.; SANTOS, J.W.; MACIEL, M.J.Q. Efeito da última irrigação no algodoeiro herbáceo. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.26, n.3, p.383-390, 1991.
- OLIVEIRA, F.A. de; SILVA, J.J.S. **Efeito da última irrigação e número de colheitas na cultura do algodão**. Salvador: EPABA/UEP São Francisco, 1987. 27p. (EPABA. Boletim de Pesquisa, 7).
- PERRIN, R.K.; WINKELMANN, D.L.; MOSCARDI, E.R.; ANDERSON, J.R. **Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos**. México: Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, 1976. 45p. (Información, n. 27).
- RIBEIRO, E.K.Q. **O Algodão - novos processos de produção, comércio e indústria**. Porto, Portugal: [s.n.], 1965. p.54-57.
- RICHARDS, L. A. Pressure-membrane apparatus, construction and use. **American Society of Agricultural Engineers**, St. Joseph, v.28, p.451-454, 1947.
- SPOONER, A.E.; CAVINESS, C.E.; SPURGEON, W.I. Influence of timing of irrigation on yield, quality and fruiting of upland cotton. **Agronomy Journal**, Madison, v.50, p.74-77, 1958.
- STOCKTON, J.R.; CARREKER, J.R.; HOOVER, M. Sugar, oil and fiber crops. Part IV. Irrigation of cotton and other fiber crops In: HAGAN, R.M. HAISE, H.R.; EDMINSTER, T.W. (Eds.). **Irrigation of agriculture lands**. Madison: American Society of Agronomy, 1967. p.161-171. (Agronomy, 11).
- SUDENE. **Isótopos ambientais aplicados a um estudo hidrológico do nordeste brasileiro**. Recife, 1979. 58p.