



Crescimento do algodoeiro colorido sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação¹

Eliezer da C. Siqueira²; Hans R. Gheyi³; Napoleão E. de M. Beltrão⁴; Frederico A. L. Soares²; Genival Barros Júnior² & Mário L. F. Cavacalti².

¹Parte da Dissertação de Mestrado apresentada pelo primeiro autor ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UFCG

²Doutorando, DEAg/CTRN/UFCG. Rua Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, CEP 58109-970 Campina Grande, PB., Fone: (83) 33101285. E-mail: eliezersiqueira@yahoo.com.br

³DEAg/CTRN/UFCG. Fone: (83) 3310-1055. E-mail: hans@deag.ufcg.edu.br

⁴Pesquisador EMBRAPA Algodão, Rua Osvaldo Cruz, 1143, Centenário, CEP 58107-720. Fone: (83) 3341-3608. E-mail: nbeltrao@cnpa.embrapa.br

Protocolo 160

Resumo: Objetivou-se com este trabalho estudar o comportamento das variáveis de crescimento do algodoeiro herbáceo de fibra colorida marrom, irrigado com diferentes tipos e níveis de salinidade da água de irrigação. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com seis níveis de salinidade ($N_1 = 2,0$, $N_2 = 3,5$, $N_3 = 5,0$, $N_4 = 6,5$, $N_5 = 8,0$ e $N_6 = 9,5$ dS m^{-1}) e dois tipos de água de irrigação (preparadas conforme a proporção equivalente de 9,5:0,5 e 6,0:4,0 entre Na:Ca na forma de cloreto) com 3 repetições. Avaliaram-se as características de crescimento (altura de planta, diâmetro do caule, número de folhas e área foliar) e se concluiu que o estresse salino interferiu linearmente com decréscimos de 5,92 e 1,65% para cada aumento unitário da CEa, para as variáveis altura de planta e diâmetro do caule, respectivamente. O número de folhas e a área foliar toleram níveis de até 3,50 e 3,58 dS m^{-1} , respectivamente, sem causar decréscimo.

Palavras chave: *Gossypium hirsutum*, fisiologia vegetal, estresse salino.

Growth of colored cotton irrigated with different salinity levels of irrigation water

Abstract: The present study was carried out with the objective of verifying the response of the growth variables of colored cotton, irrigated with different types and levels of salinity of irrigation water. A completely randomized experimental design with six levels (2.0, 3.5, 5.0, 6.5, 8.0 and 9.5 dS m^{-1}) and two types of irrigation water (equivalent proportions of 9.5:0.5 and 6.0:4.0 between Na:Ca in chloride forms) and 3 replications. The growth variables (plant height, dry weight, number of leaves, leaf area and dry weight of shoot, root and total) were evaluated. It was concluded that the saline stress interfered linearly with reduction of 5.92 and 1.65% for unitary increase of ECw, for the variables plant height and diameter, respectively. The number of leaves and leaf area the upland colored cotton were not affected by water salinity upto 3.50 and 3.58, dS m^{-1} electrical conductivity without causing decrease.

Key words: *Gossypium hirsutum*, plant physiology, saline stress.

INTRODUÇÃO

Em todo o mundo, o uso intensivo de águas de boa qualidade tem acarretado a diminuição da sua disponibilidade para novos e antigos projetos de irrigação e, por outro lado, a crescente necessidade de expansão das áreas agrícolas, tem gerado a necessidade do uso de águas consideradas de qualidade inferior (Ayers & Westcot, 1999). O uso de águas salinas na irrigação para produção vegetal é um desafio que

vem sendo superado com sucesso, em diversas partes do mundo, graças à utilização de espécies tolerantes e à adoção de práticas adequadas de manejo das culturas, do solo e da água de irrigação (Rhoades et al., 2000).

Fisiologicamente, a salinidade afeta as plantas de várias maneiras, sendo evidente que sintomas visuais de injúria ocorrem, principalmente, sob salinidade extrema. Plantas afetadas por sais, em geral, parecem normais, embora estejam atrofiadas e possam ter folhas de coloração verde escuro que,

em muitos casos, são espessas e muito suculentas (Maas & Hoffman, 1977).

Quando a concentração salina do solo ultrapassa os limites relativos a cada faixa de salinidade limiar, reduz-se o crescimento vegetativo e, conseqüentemente, o potencial produtivo das culturas. Nessa situação, o comportamento de cada cultura está associado à condutividade elétrica da solução do solo e da água de irrigação.

Para o semi-árido do Nordeste brasileiro, a cotonicultura tem sido uma atividade agrícola de grande importância socioeconômica, por agregar grande contingente de mão-de-obra, tanto no campo como na cidade (Beltrão et al., 1986). Mesmo sendo o algodoeiro considerado como relativamente tolerante ao déficit hídrico e classificado como tolerante aos sais, reduz-se sensivelmente o seu rendimento, quando ocorrem concentrações elevadas de sais no solo na fase de germinação das sementes e/ou déficit hídrico no início da floração (Marani & Amirav, 1971).

Considerando-se esses aspectos objetivou-se, com o presente trabalho, estudar o crescimento do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L), linhagem CNPA 2002/26 - Cluster Marrom Escuro, irrigado com águas de duas diferentes composições e em seis níveis de salinidade.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em vasos sob condições protegidas, na EMBRAPA – Algodão, em Campina Grande, PB, no período de abril a setembro de 2003. O ensaio foi instalado em delineamento estatístico inteiramente casualizado, com doze tratamentos (em esquema fatorial) e três repetições, sendo cada parcela experimental constituída de um vaso. Os tratamentos resultaram da combinação de dois fatores: salinidade da água de irrigação (condutividade elétrica - CE_a) em seis níveis (N₁ = 2,0; N₂ = 3,5; N₃ = 5,0; N₄ = 6,5; N₅ = 8,0 e N₆ = 9,5 dS m⁻¹) e dois tipos de águas preparadas com duas proporções equivalentes de Na:Ca, sob a forma de cloreto, denominadas T₁ = 9,5:0,5 e T₂ = 6,0:4,0.

Foi utilizada a linhagem de algodoeiro herbáceo CNPA 2002/26, destacando-se por produzir fibras de coloração marrom escuro uniforme, de caráter dominante e o gene “cluster” de natureza recessiva (Percy & Kohel, 1999). As plantas foram cultivadas em vasos plásticos com 30 cm de diâmetro e 27 cm de altura, conectados, na base, a um recipiente plástico com capacidade de 2 L, para coleta da água de drenagem.

O material de solo utilizado foi um tipo Neossolo regolítico (EMBRAPA, 1999), proveniente da cidade de Lagoa Seca, PB, não salino e não sódico, cujas características químicas e hídricas determinadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS) da UFCG, de acordo com as metodologias propostas por Richards (1954), constam na Tabela 1.

A adubação de fundação foi realizada com 100 mg de P e 7,8 mg de K por kg de solo, incorporados à camada 0-20 cm, com base nos dados da análise de solo. Foram efetuadas quatro adubações em cobertura com aplicações no solo, de solução preparada com sulfato de amônio (9 mg de N por kg de solo) e cloreto de potássio (10 mg de K por kg de solo).

Tabela 1. Características químicas do solo utilizado no experimento

Características químicas	Valor
Ca ²⁺ (mmol _c kg ⁻¹)	17,4
Mg ²⁺ (mmol _c kg ⁻¹)	6,5
Na ⁺ (mmol _c kg ⁻¹)	0,7
K ⁺ (mmol _c kg ⁻¹)	1,1
(H + Al) (mmol _c kg ⁻¹)	19,8
Carbonato de Cálcio Qualitativo	Ausência
Carbono Orgânico (dag kg ⁻¹)	0,2
Matéria Orgânica (dag kg ⁻¹)	0,34
Fósforo disponível (mg kg ⁻¹)	17,6
pH H ₂ O _(1:2,5)	6,4
CE _{susp. (1:2,5)} (dS m ⁻¹)	0,12
Extrato de saturação	Valor
pH da pasta saturada	5,9
CE _{es} (dS m ⁻¹)	0,3
Cl ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	2,0
CO ₃ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	0,0
HCO ₃ ⁻ (mmol _c L ⁻¹)	1,1
SO ₄ ²⁻ (mmol _c L ⁻¹)	Ausência
Ca ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,62
Mg ²⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,75
K ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	0,36
Na ⁺ (mmol _c L ⁻¹)	1,21
Porcentagem de Saturação (%)	22,66
RAS (mmol _c L ⁻¹) ^{-0,5}	1,63
PST	1,13
Salinidade	Não salino
Classe do Solo	Normal

As irrigações nos primeiros 30 dias após semeadura (DAS) foram realizadas a cada cinco dias, ao final da tarde, e cada vaso recebia um volume de água estimado conforme a Eq. 1.

$$VI = ETo \times A \times Nd \times Kc \times 1000 \quad (1)$$

onde:

- VI - Volume aplicado por irrigação (mL)
- ETo - Evapotranspiração de referência estimada em base de Tanque Classe “A” (mm);
- A - área do vaso (m²)
- Nd - número de dias sem irrigação
- Kc - coeficiente de cultivo do algodão para a fase inicial de crescimento (Kc = 0,5).

Após os 30 DAS a frequência de irrigação foi de três dias, aplicando-se um volume de água calculado pela diferença entre o volume de água aplicado e o volume drenado da irrigação anterior (VI = VA – VD). A cada 15 dias, objetivando-se evitar acúmulo de sais no perfil do solo, foram aplicadas frações de lixiviações de 10 %, obtida de acordo Ayers & Westcot (1999). As irrigações foram suspensas quando 50 % dos capulhos estavam abertos.

As variáveis estudadas foram: altura de planta, diâmetro do caule, número de folhas e área foliar, estimando-se esta última através de medidas lineares nas folhas, utilizando-se da seguinte equação:

$$\text{Log } y = 0,006 + 1,863 \text{ log } x \text{ (Wendt, 1967)}$$

em que:

x - maior comprimento da lâmina foliar (cm)

y - área foliar (cm²)

Os resultados foram submetidos à análise de variância e teste "F" (Gomes, 1982; Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Crescimento vegetativo do algodoeiro

Constata-se, pelos estudos de regressão (Figuras 2A e 2B), ter havido efeito linear significativo da salinidade da água de irrigação ($p < 0,01$), sobre altura de planta (AP) e o diâmetro do caule (DC), com decréscimos relativos a N_1 de 5,92 e 1,65% para AP e DC, respectivamente, para cada aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação (CEa); tais decréscimos caracterizam o efeito negativo dos sais sobre o desenvolvimento das plantas. Oliveira et al. (1998), Nunes Filho (1993) e Jácome (1999) verificaram resultados semelhantes na redução em altura e em diâmetro do algodoeiro de fibra branca.

Em relação ao número de folhas (NF) e área foliar (AF), foram observadas diferenças significativas ($p < 0,01$) entre os níveis de salinidade. Pelos estudos de regressão segmentada (modelo platô) (Figuras 3A e 3B), constatou-se que NF e AF só

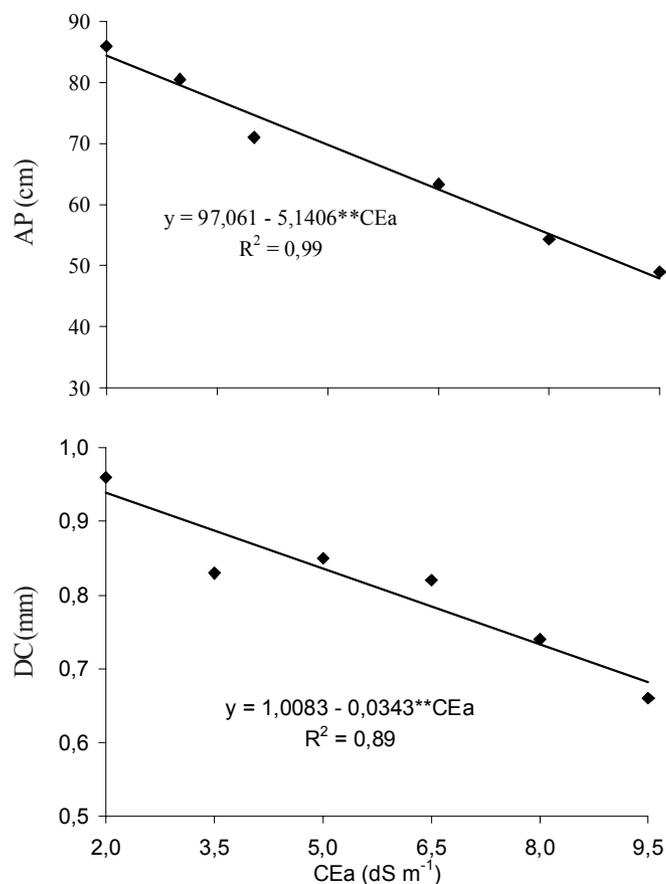


Figura 2. Altura da planta (AP) e diâmetro de caule (DC) do algodoeiro, em função da condutividade elétrica da água de irrigação.

foram afetados a partir de 3,50 e 3,58 dS m⁻¹, respectivamente, constituindo-se nos valores de salinidade limiar (SL) para estas duas variáveis; ocorreram decréscimos de 6,79% para NF e de 8,83% para AF, para cada aumento unitário da CEa, a partir dos valores de SL. A redução do número de folhas e da área foliar em função do aumento do nível salino da água de irrigação, é um processo fisiológico de adaptação das plantas, uma forma de se proteger contra a perda de água, reduzindo sua superfície transpirante. Nunes Filho (1993), Oliveira et al. (1998) e Jácome (1999) encontraram, também, redução na emissão de folhas e na área foliar, em função do aumento da salinidade do solo e da água de irrigação.

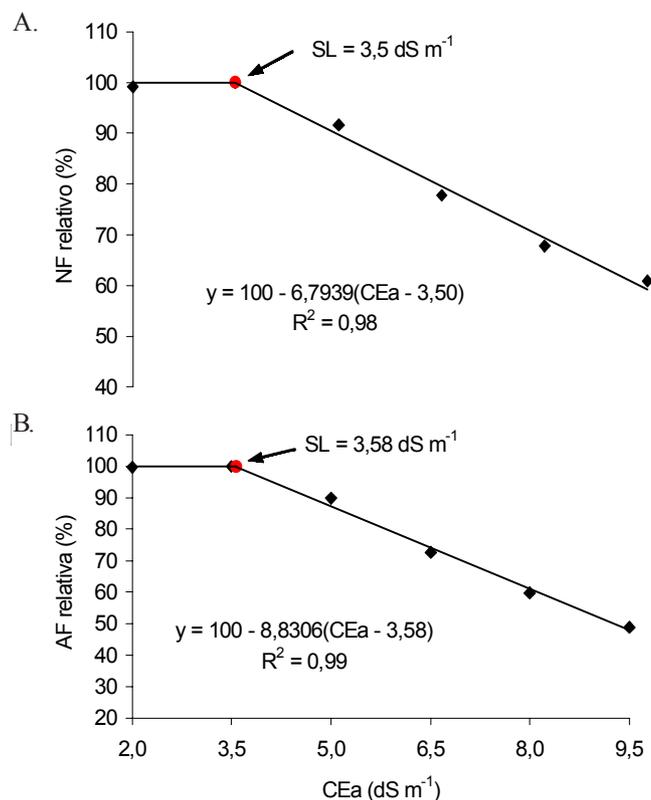


Figura 3. Número de folhas relativo (NF) e Área Foliar relativa (AF) do algodoeiro, em função da condutividade elétrica da água de irrigação (SL: salinidade limiar)

Observando-se as médias de NF e AF, em relação ao fator T (Tabela 3), verifica-se não ter havido efeito significativo entre as proporções de Na:Ca, embora tenha se constatado uma tendência de formação de maior número de folhas e área foliar quando as plantas foram irrigadas com água constituída de 6,0:4,0, entre esses elementos.

De acordo com Maas & Nieman (1978), as plantas quando submetidas aos estresses salino e hídrico desenvolvem adaptações morfológicas e anatômicas, como alternativas para manter a absorção de água e reduzir a taxa de transpiração; reduções do tamanho e diminuição do número de folhas são exemplos de possíveis adaptações das plantas, o que foram comprovadas neste trabalho. Ao mesmo tempo em que as plantas reduziram o número de folhas, também se verificaram modificações no limbo foliar, como coloração verde azulada, espessamento e aspereza ao tato.

Tabela 3. Resumo de análise de variância e médias para altura de plantas, número de folhas, área foliar e diâmetro do caule relativos do algodoeiro colorido CNPA 2002/26

Causa de variância	Valores de quadrado médio			
	AP	DC	NF	AF
Nível salino (N)	1264,92395 **	0,06244 **	311,37811 **	4028586,75 **
Reg. Pol. Linear	3024,804 **	0,138 **	739,219 **	9242810,00 **
Reg. Pol. Quadr.	18,892 ^{ns}	0,001 ^{ns}	13,349 ^{ns}	254335,37 ^{ns}
Desvio da Reg.	8,466 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,478 ^{ns}	9197,85 ^{ns}
Tipo (T)		0,006 ^{ns}	18,779 ^{ns}	244295,10 ^{ns}
Interação (N x T)	15,301 ^{ns}	0,003 ^{ns}	20,177 ^{ns}	124098,71 ^{ns}

	Médias			
	Figura 2A cm	Figura 2B mm	Figura 3A	Figura 3B cm ² planta ⁻¹
Nível salino (N)				
Tipo de água (T) - (Na:Ca)				
T ₁ (9,5:0,5)	67,33 a	0,83 a	35,33 a	2908,40 a
T ₂ (6,0:4,0)	67,33 a	0,79 a	36,77 a	3073,14 a

(**) Significativo a 0,01 de probabilidade

(*) Significativo a 0,05 de probabilidade

(ns) não significativo; pelo teste "F"

Obs.: médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Analisando-se a Figura 4, pode-se verificar que as características de crescimento (altura de planta, número de folhas, área foliar e diâmetro do caule) avaliadas, variaram em função do nível de salinidade, desde o início do ciclo. A altura de planta (Figura 4A) aumentou até aos 60 DAS e, a partir daí, houve uma leve tendência de estabilização, em todos os níveis de CEa. Para o número de folhas (Figura 4B), ocorreu aumento até aos 75 DAS, estabilizando-se por alguns dias, quando começaram a amarelecer, e diminuindo depois, devido à abscisão foliar, refletindo-se redução da área foliar (Figura 4C). Quanto à característica diâmetro do caule, observa-se pela Figura 4D, aumento até aos 60 DAS, como aconteceu com a altura de planta e partir daí, estabilização no espessamento caulinar.

Observando-se as médias de NF e AF, em relação ao fator T (Tabela 3), verifica-se não ter havido efeito significativo entre as proporções de Na:Ca, embora tenha se constatado uma tendência de formação de maior número de folhas e área foliar quando as plantas foram irrigadas com água constituída de 6,0:4,0, entre esses elementos.

De acordo com Maas & Nieman (1978), as plantas quando submetidas aos estresses salino e hídrico desenvolvem adaptações morfológicas e anatômicas, como alternativas para manter a absorção de água e reduzir a taxa de transpiração; reduções do tamanho e diminuição do número de folhas são exemplos de possíveis adaptações das plantas, o que foram comprovadas neste trabalho. Ao mesmo tempo em que as plantas reduziram o número de folhas, também se verificaram modificações no limbo foliar, como coloração verde azulada, espessamento e aspereza ao tato.

Analisando-se a Figura 4, pode-se verificar que as características de crescimento (altura de planta, número de folhas, área foliar e diâmetro do caule) avaliadas, variaram em função do nível de salinidade, desde o início do ciclo. A altura de planta (Figura 4A) aumentou até aos 60 DAS e, a partir daí, houve uma leve tendência de estabilização, em todos os níveis de CEa. Para o número de folhas (Figura 4B), ocorreu aumento até aos 75 DAS, estabilizando-se por alguns dias, quando começaram a amarelecer, e diminuindo depois, devido à abscisão foliar, refletindo-se redução da área foliar (Figura 4C).

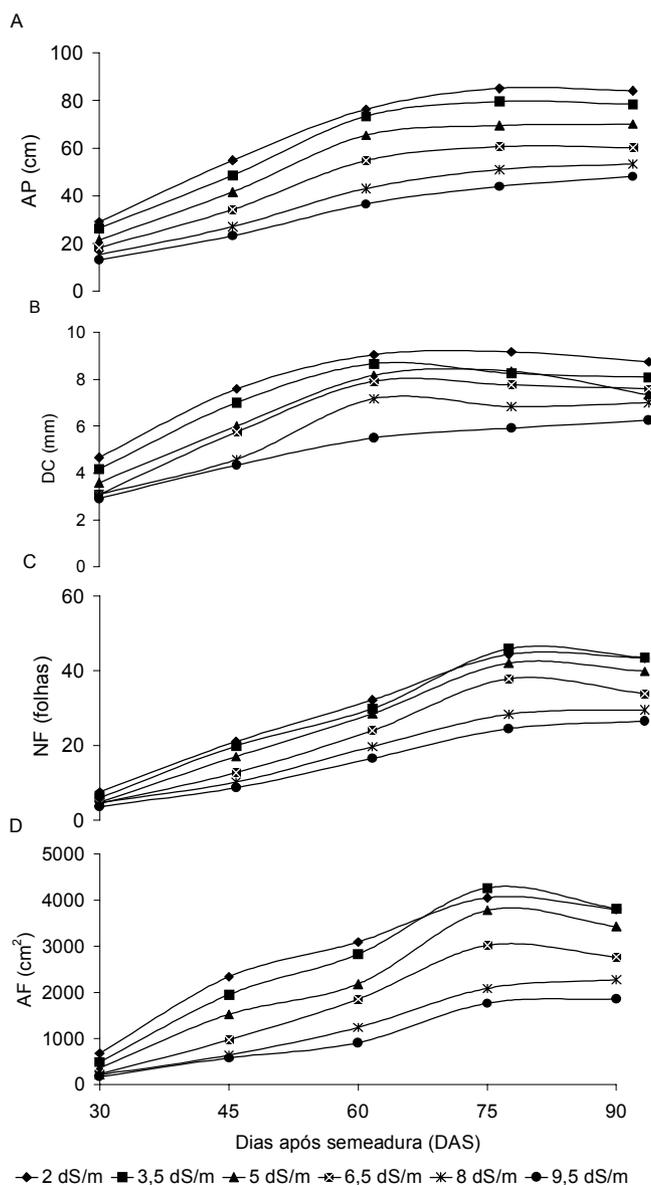


Figura 4. Altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC) número de folhas (NF) e área foliar (AF) do algodoeiro colorido, em função da salinidade da água de irrigação.

Quanto à característica diâmetro do caule, observa-se pela Figura 4D, aumento até aos 60 DAS, como aconteceu com a altura de planta e partir daí, estabilização no espessamento caulinar.

CONCLUSÕES

1. O efeito negativo da salinidade da água de irrigação não dependeu do tipo de água;
2. O estresse salino interferiu, linearmente, na altura de planta e diâmetro do caule, com decréscimos de 5,92 e 1,65%, respectivamente, para cada aumento unitário da CEa.
3. Plantas do algodoeiro colorido marrom escuro CNPA 2002/26 toleram ser irrigadas com águas de até 3,50, 3,58 dS m⁻¹ de condutividade elétrica, sem serem afetados o número de folhas e a área foliar, respectivamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayers, R.S.; Westcot, D.W. A qualidade da água na agricultura. Campina Grande: UFPB, 1999, 218p. Estudos FAO Irrigação e Drenagem, 29
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de solos. Sistema brasileiro de classificação dos solos. Rio de Janeiro: Embrapa – Solos, 1999. 412p.
- Beltrão, N.E. de M.; Crisostomo, J.R.; Nóbrega, L.B. da; Santos, E.O. dos; Azevedo, D. M.P. de; Vieira, D.J.; Guimarães, P.M.; Silva, M.J. da. O algodão e tecnologias disponíveis no Nordeste brasileiro. Fortaleza: BNB/EMBRAPA/CNPA, 168p. 1986. Estudos Econômicos e Sociais, Documento 32.
- Ferreira, P.V. Estatística experimental aplicada à agronomia. Maceió: UFAL/EDUFAL/FUNDEPES, 2000. 437p.
- Gomes, F.P. Curso de estatística experimental. 3. ed. Piracicaba: NOBEL, 1982.436p.
- Jácome, A.G. Crescimento e produção de genótipos de algodoeiro em solo salino-sódico. Campina Grande: UFPB. 1999. 127p. Dissertação Mestrado
- Maas, E.V.; Hoffman, G.J. Crop salt tolerance – current assessment. Journal Irrigation and Drainage Division, New York, v.103, n.1R2, p.115-134. 1977.
- Maas, E.V.; Nieman, R.H. Physiology of plant tolerance to salinity. In: Jung, G.A. (ed.). Crop tolerance to sub-optimal land conditions. Madison: American Society of Agronomy 1978. cap 1.p.277-279. Special publication, 32
- Marani, A.; Amirav, A. Effects of soil moisture stress on two varieties of upland cotton in Israel. I – The coastal plain region. Exploration Agricultural, London, v.7, n.3, p.213 – 224, 1971.
- Nunes Filho, J. Comportamento de duas cultivares de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. raça *latifolium* Hutch.) em função da salinidade e umidade do solo. Botucatu: UNESP. 74p. 1993. Tese Doutorado
- Oliveira, F.A. de; Campos, T.G. da S.; Oliveira, B.C. Efeito de substratos salinos na germinação, vigor e no desenvolvimento do algodoeiro herbáceo. Engenharia Agrícola. Jaboticabal. v.18, n.2, p.1-10, 1998.
- Percy, R.G.; Kohel, R.J. Qualitativa genética. In: Smith, C.W.; Cothren, J.T. (eds). Cotton: Origim, history, techonology and production. New York: John Wiley & Sons, 1999. p.319-360.
- Rhoades, J.; Kandiah, A.; Mashali, A.M. Uso de águas salinas para produção agrícola. Campina Grande: UFPB. 117p. 2000. Estudos FAO Irrigação e Drenagem, 48
- Richards, L.A. (ed.) Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington: United States Salinity Laboratory. 1954. 160p. Agriculture Handbook, 60
- Wendt, C.W. Use of a relationship between leaf length and leaf area to estimate the leaf area of cotton (*Gossypium hirsutum* L.), castors (*Ricinus communis* L.), and sorghum (*Sorghum vulgare* L.). Agronomy Journal, Madison v.59, p.484-486, 1967.