



Consumo de água e eficiência do uso para duas cultivares de mamona submetidas a estresse hídrico¹

Genival Barros Junior², Hugo O. C. Guerra³, Mario L. F. Cavalcanti⁴ & Rogério D. de Lacerda³

RESUMO

A mamoneira, mesmo tendo sua produtividade diminuída sob déficit hídrico, é considerada resistente a condições de baixa precipitação, apresentando-se como alternativa de geração de renda para o semi-árido. Entre os derivados de sua produção se destaca o ácido graxo ricinoléico utilizado na substituição de derivados de petróleo. A carência de informações sobre os efeitos da escassez de água em regiões nas quais não se consegue satisfazer sua demanda evapotranspirométrica justificou o presente trabalho, em que se estudou o consumo de água e a eficiência do uso da água para duas cultivares (BRS-149 e BRS-188), submetidas a diferentes conteúdos de água no solo. O estudo foi conduzido em uma estufa na UFCEG, de 7 de fevereiro a 5 de agosto de 2004, na qual as plantas foram dispostas em esquema fatorial 2 x 4, constituído de duas cultivares e quatro conteúdos de água no solo (40, 60, 80 e 100% de água disponível no solo) com três repetições. Analisando-se fitomassa, o consumo de água e a eficiência do uso pelas plantas, constatou-se que ambas as cultivares mostram comportamento similar ao das plantas conduzidas sem déficit hídrico, apresentando alta produção de fitomassa, o que indica elevada eficiência na transformação da água consumida em matéria seca.

Palavras-chave: *Ricinus communis* L., escassez de água, fitomassa

Water consumption and water use efficiency of two castor bean cultivars submitted to water stress

ABSTRACT

Although the productivity of castor bean reduces under water deficit it is considered resistant to low precipitation conditions, thus constituting an alternative form of income for the semi-arid. Among its production derivatives the ricinoleic acid stands out as a substitute for petroleum derivatives. The scarce information on the effects of water deficit on castor seed production in areas where the low precipitation does not satisfy the evapotranspiration needs motivated this study, which deals with the water consumption and use efficiency of two castor cultivars (BRS-149 and BRS-188) submitted to different soil water contents. The study was conducted in a greenhouse located at the Federal University of Campina Grande – Campus I, during the period of February 7 to August 5, 2004, following a 2 x 4 factorial design with two cultivars, four soil water levels (40, 60, 80 and 100% of the available soil water) and three replicates. Analyzing the phytomass, the water consumption and water use efficiency it was observed that both cultivars show a similar behavior. The plants without water stress, presented a high phytomass production, thus indicating an elevated efficiency on the conversion of water used into dry matter.

Key words: *Ricinus communis* L., water stress, phytomass

¹ Extraído da Tese de Doutorado do primeiro autor, apresentada ao Curso de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande

² UAEAg/UFCEG. Rua Aprígio Veloso, 882, CEP 58109-970, Campina Grande, PB. Fone: (83) 3310-1285. E-mail: barrosjunior@yahoo.com.br

³ UAEAg/UFCEG. E-mail: hugo_carvalho@hotmail.com; rogerio_dl@yahoo.com.br

⁴ EAC/CCHA/UEPB, Campus IV, CEP 58884-000, Catolé do Rocha, PB. E-mails: mariolfcavalcanti@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

A mamona (*Ricinus communis* L.), pertencente à família Euphorbiaceae, engloba um vasto número de tipos de plantas nativas da região tropical, tendo hábito arbustivo, com diversas colorações de caule, folhas e racemos (cachos). Em geral, os frutos possuem espinhos que, em alguns casos, são inermes; as sementes se apresentam com diferentes tamanhos, formatos e grande variabilidade de coloração (Azevêdo et al., 1997).

O óleo de mamona, extraído pela prensagem das sementes, contém 90% de ácido graxo ricinoléico, o que lhe confere características singulares e versáteis, possibilitando uma ampla gama de utilização industrial com utilidade só comparável à do petróleo, com a vantagem de ser um produto renovável e barato, o que torna a cultura importante potencial econômico e estratégico ao Brasil (Azevêdo et al., 1997; Freire, 2001).

As folhas da mamona podem servir de alimento para o bicho da seda; a haste, além da celulose para a fabricação do papel, pode fornecer matéria-prima para tecidos grosseiros; já a torta, proveniente do esmagamento das sementes, é utilizada como adubo orgânico possuindo, também, efeito nematicida; por fim, os seus restos culturais podem devolver ao solo 20 t ha⁻¹ de biomassa (EMBRAPA, 1997).

Por se tratar de uma planta com capacidade de produzir satisfatoriamente bem sob condições de baixa precipitação pluvial apresenta-se como alternativa de grande importância para o semi-árido brasileiro. Nesta região, a cultura, mesmo tendo sua produtividade afetada, tem-se mostrado resistente ao clima adverso, quando se verificam perdas totais em outras culturas e serve, desta forma, como uma das poucas alternativas de trabalho e de renda para o agricultor da região (Azevedo & Lima, 2001).

A faixa ideal de precipitação para produção da mamona varia entre 750 e 1500 mm, com um mínimo de 600 a 750 mm durante todo o ciclo da cultura, ajustando-se o plantio de forma que a planta receba de 400 a 500 mm até o início da floração (Távora, 1982). Em regiões que apresentam totais de precipitação inferiores a 500 mm no período chuvoso, a mamoneira perde grande parte da sua produção econômica, acentuando-se os riscos de perda total de safras e/ou a obtenção de rendimento muito baixo. Em pesquisas realizadas pela Empresa Baiana de Desenvolvimento Agropecuário-EBDA e pela Embrapa-CNPQ, concluiu-se que tanto para a cultivar BRS-149 (Nordestina) como para a BRS-188 (Paraguaçu), o potencial de produtividade médio varia de 1.500 kg ha⁻¹ em condições de sequeiro a 5.000 kg ha⁻¹ em condições irrigadas (Carvalho, 2005).

Desta forma, quantificar com precisão o conteúdo de água

no solo, principalmente em áreas do semi-árido, onde a escassez deste insumo se torna fator limitante para o potencial produtivo das culturas, constitui-se numa ação muito importante para a sustentabilidade da atividade agrícola. O método considerado ideal para isto deve envolver uma propriedade física do solo ou uma característica altamente correlacionada ao seu teor de água (Silva & Gervásio, 1999), que permita uma leitura direta sem alterações para as características físicas originais do mesmo. Dentre os métodos disponíveis para quantificação do teor de água no solo, se tem destacado a técnica da reflectometria no domínio do tempo (TDR), que não destrói a estrutura física do solo e permitir a realização de múltiplas leituras, além de um número infinito de repetições (Coelho et al., 2001).

Objetivou-se, neste trabalho, avaliar a eficiência do uso da água pelas cultivares de mamona – BRS-149 (Nordestina) e BRS-188 (Paraguaçu), e as implicações causadas pelo estresse hídrico provocado por escassez de água no solo sobre a capacidade dessas cultivares, no sentido de reverter o volume de água consumido em produção de matéria seca.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido sob condições de ambiente protegido em uma estufa localizada na Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, Campus I, Campina Grande, PB, no período de fevereiro a agosto de 2004.

Como substrato, utilizou-se uma camada (0-60 cm) de um material de solo do Município de Campina Grande, PB, cujas características físico-químicas se encontram na Tabela 1, classificado como franco, não salino, pH inicialmente ácido (5,63) e apresentando baixo teor de matéria orgânica. Após secado ao ar, o solo foi destorroado, passado através de uma peneira de 2,0 mm e corrigido com carbonato de cálcio (0,62 g kg⁻¹ de solo) ficando incubado por um período de 20 dias, tempo necessário para que ocorresse a neutralização da acidez; após este período o solo recebeu adubação à base de fósforo (na proporção de 0,94 g de superfosfato simples por kg de solo) e de potássio (na proporção de 0,14 g de cloreto de potássio por kg de solo), os quais foram incorporados e homogeneizados ao longo de todo o perfil formado pelos 125 kg de solo por vaso, conforme recomendações de Novais et al. (1991) para ambientes protegidos.

No ensaio, testou-se a cultivar BRS 149 (Nordestina), cujas plantas têm altura média de 1,90 m, caule de coloração verde, com cera, racemo cônico, frutos semi-deiscentes e sementes de coloração preta, e a cultivar BRS-188 (Paraguaçu)

Tabela 1. Características físicas e químicas do solo utilizado como substrato

Textura			Densidade		Conteúdo de água no solo		Análise química					
Areia	Silte	Argila	Solo	Partículas	0,01 MPa	1,5 MPa	pH H ₂ O	P	K	Al ³⁺	Ca ²⁺ + Mg ²⁺	M.O.
g kg ⁻¹			kg dm ⁻³		g kg ⁻¹		cmol _c dm ⁻³					
702,2	95,7	202,1	1,48	2,64	147,3	39,4	6,56	0,076	0,038	0,2	5,34	0,568

M.O. – Matéria orgânica

que possui plantas de altura menor (média de 1,60 m), caule de coloração roxa, com cera, racemo oval, frutos semi-deiscentes e sementes de coloração preta. O ciclo vegetativo nas condições do semi-árido (Azevedo & Lima, 2001) é de aproximadamente 250 dias e a produtividade média (1.500 kg ha^{-1}), em condições de sequeiro, para ambas as cultivares, é semelhante.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, no esquema fatorial 2×4 , constituído de duas cultivares de mamona (BRS-149 Nordestina e BRS-188 Paraguaçu) e quatro níveis de conteúdo de água no solo (L1 = 40%, L2 = 60%, L3 = 80% e L4 = 100% de água disponível) com três repetições. Os dados foram analisados estatisticamente através da análise de variância das regressões (ANOVA), aplicando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade, para comparação das médias dos tratamentos (fator qualitativo) e análise de regressão para o fator quantitativo, de acordo com Ferreira (2000).

Desta forma, o experimento se compunha de vinte e quatro parcelas, cada uma formada de um vaso plástico com 50 cm de diâmetro e 60 cm de altura, contendo 125 kg de solo, cultivando-se uma planta por vaso; após a adubação de fundação, o solo foi previamente irrigado até o conteúdo de água atingir a capacidade de campo (CC) realizando-se, em seguida, a semeadura, onde se colocaram 07 sementes, de forma equidistante por vaso, a uma profundidade de 2,0 cm.

As irrigações foram realizadas toda vez em que o conteúdo de água no solo atingia os níveis predeterminados nos tratamentos, pelas medições diárias às 08 e 16 horas, com auxílio do TDR – modelo HH2 da Delta T, repondo-se a lâmina imediatamente após cada leitura, utilizando-se água de abastecimento fornecida pela Companhia de Água do Estado cujo volume a ser aplicado era medido através de uma proveta graduada e, posteriormente, aplicado com auxílio de um regador manual.

O cálculo do uso de água pelas plantas para cada tratamento, o qual serviu de base para determinação das lâminas a serem aplicadas em cada irrigação, baseou-se na proposta por Gomes (1999).

$$AD = (CC - PM) y Z$$

em que:

AD – água disponível em % volume do solo

CC – conteúdo de água a capacidade de campo, em % volume do solo

PM – conteúdo de água correspondente ao ponto de murcha permanente, em % de vol do solo

y – coeficiente de depleção da água do solo (0-1)

Z – profundidade do solo, cm

A partir das leituras obtidas no TDR para cada profundidade, os valores eram lançados em uma planilha eletrônica que contabilizava o conteúdo de água de cada uma das camadas (seis camadas de 10 cm cada), realizando um balanço do conteúdo de água existente ao longo do perfil do solo, determinando, assim, o volume de água a ser aplicado de acordo com os limites de cada tratamento.

Quando as plantas atingiram de 10 a 12 cm, realizou-se

o primeiro desbaste deixando-se apenas as duas plantas mais vigorosas por vaso e, aos 60 DAS (dias após a semeadura), se efetuou o segundo desbaste, quando então se eliminou mais uma planta. As adubações nitrogenadas de cobertura foram realizadas em intervalos de 15 dias, aplicando-se o adubo diluído via água de irrigação.

O consumo de água de cada parcela em volume e o consumo cumulativo, foram computados e anotados, de forma que a eficiência deste consumo fosse determinada pela relação entre o peso da matéria seca total e o volume de água efetivamente consumido em cada tratamento, de acordo com a metodologia descrita por Barker et al. (1989).

A medição da fitomassa levou em conta todo o material vegetal produzido, ou seja, caule, ramos, folhas, frutos e raízes, ao longo dos 180 dias do ciclo vegetativo da cultura que, após a coleta, foi destinado a uma estufa de ar forçado mantida a uma temperatura de 60°C e, posteriormente, pesado em balança de precisão. Os primeiros frutos foram colhidos aos 81 dias após semeadura, cuja colheita se estendeu até os 180 dias, quando as plantas foram definitivamente coletadas para análise.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 se encontram as análises de variância dos dados de produção de fitomassa e do consumo total de água, na qual se verifica que não houve diferença significativa entre as cultivares; entretanto, constatam-se diferenças altamente

Tabela 2. Resumo das análises de variância das regressões (ANOVA) dos dados de fitomassa, consumo total de água e eficiência do uso de água

Causa de variância	Valores de Quadrado Médio*		
	FT	CON	EFIC
Cultivar (C)	177,94 ^{ns}	1,43 ^{ns}	0,0486 ^{ns}
Água disponível (AD)	2550384,63**	272695,17**	7,2250**
Regressão Linear	2855251,91**	317871,01**	10,5924**
Regressão Quadrática	902776,16**	82399,29**	0,2324 ^{ns}
Regressão Cúbica	88379,92 ^{ns}	8362,89**	0,0046 ^{ns}
Reg. Exponencial	126181,95**	-	-
Resíduo	7038,71	531,25	0,1119
Interação (C x AD)	8726,45 ^{ns}	618,33 ^{ns}	0,1035 ^{ns}
Resíduo	8657,32	669,82	0,1414
CV (%)	21,68	14,05	26,57
	Média		
	gramas (g) por planta	(L)	g L ⁻¹
Cultivar (C)			
C1 (Nordestina)	431,74	184,32	1,37
C2 (Paraguaçu)	426,29	183,83	1,46
dms	81,38	22,63	0,32
Água disponível (AD)			
AD ₁ (40%)	11,15	36,91	0,3016
AD ₂ (60%)	53,06	63,41	0,8300
AD ₃ (80%)	258,41	138,72	1,7216
AD ₄ (100%)	1393,45	497,24	2,8066

* FT – fitomassa; CON – consumo; EFIC – eficiência do consumo; GL – grau de liberdade; CV – coeficiente de variação; DMS – diferença mínima significativa; AD – água disponível; Significativo a 0,05 (*) e a 0,01(**) de probabilidade; (ns) não significativo

significativas para os tratamentos em que se variou o conteúdo de água do solo.

A produção média de fitomassa (Tabela 2) obtida para o tratamento cujas plantas foram conduzidas em solos mantidos a 100% de água disponível (1.393,45 g), apresenta-se muito acima dos resultados alcançados com Paraguaçu por Silva (2004), que, em ausência de estresse hídrico ou salino obteve, em 150 dias de cultivo, peso médio de 246,72 g de matéria seca. Coelho (2006), por sua vez conduzindo a Nordeste, com ou sem adição de matéria orgânica e sem estresse hídrico ou salino também registrou aos 150 dias, peso médio de 727,9 g e Rodrigues et al. (2006) que, para o mesmo tempo de determinação (150 dias) obteve médias de peso para matéria seca em Nordeste de 190,21 g e de 170,62 g em Paraguaçu, com todas as plantas irrigadas a um nível de reposição de 1,05 da evapotranspiração da cultura. Em todos esses casos os cultivos também foram realizados em ambientes protegidos.

Constata-se ainda, através da análise da Tabela 2, que as plantas conduzidas a nível de 100% de AD no solo superaram, em 3,4 vezes, as plantas que foram mantidas em parcelas com 60% de AD, no que se refere à conversão da água consumida em produção de matéria seca, o que confirmam Doorenbos & Pruitt (1997), de que variedades comprovadamente produtivas, quando manejadas em um patamar ótimo de disponibilidade de água e que recebam, no momento oportuno, os insumos necessários à produção agrícola, podem apresentar rendimentos até 04 vezes superiores àquelas que, embora com os demais insumos disponibilizados, são submetidas a déficit hídrico; os mesmos autores frisam que determinadas culturas só apresentam rendimentos aceitáveis quando o conteúdo da água no solo se mantém em um nível elevado em geral acima de 50% de água disponível; no caso das cultivares de mamona em estudo, observa-se que a exigência é ainda maior com os rendimentos consideráveis surgindo a partir de 80% de AD do solo, comprovando a elevada exigência da cultura, que requer altos níveis de conteúdo de água do solo praticamente durante todo o seu ciclo vegetativo para apresentar rendimentos compensatórios de produtividade.

Apresenta-se, na Tabela 3, a eficiência do uso de água para as duas cultivares estudadas e para os conteúdos de água mantidos no solo. De acordo com os dados de produção de fitomassa e com o consumo de água da mamona, é possível observar que a eficiência de uso de água aumentou com o volume de água aplicado na irrigação, observando-se a maior eficiência do uso desta água no tratamento com nível mais

Tabela 3. Valores da eficiência do uso de água das cultivares de mamona em função dos conteúdos no solo

Tratamento*	Eficiência do uso de água (kg m ⁻³)	
	Nordestina	Paraguaçu
40% AD	0,33	0,28
60% AD	0,84	0,82
80% AD	1,48	1,97
100% AD	2,83	2,78
Média	1,37	1,46

* AD – água disponível no solo para as plantas

alto de água disponível, ou seja, as plantas apresentaram maior capacidade de reverter o volume de água consumido em produção de matéria seca sempre que o conteúdo de água no solo foi aumentando; situações opostas foram observadas por Barreto et al. (1994) e Pereira (1995) que em estudos com a oleaginosa algodão, cultivares CNPA 6H, CNPA 7H e CNPA Precoce 1, obtiveram resultados em que a maior eficiência de uso de água se deu no nível mais baixo de água disponível no solo. Por outro lado, Silva & Beltrão (2000), constataram, em trabalhos com a cultivar de amendoim BR 1 e Lacerda (2006) com a cultivar de mamona Paraguaçu, que a eficiência no uso da água consumida por essas oleaginosas foi maior quando as referidas plantas foram conduzidas no nível mais alto de disponibilidade de água no solo.

Apesar de não apresentar diferença significativa entre cultivares e a eficiência média de uso de água ter ficado muito próxima entre ambas (1,37 para a Nordeste e 1,46 para Paraguaçu), é importante observar que as plantas da variedade Paraguaçu conduzidas com 80% AD, apresentaram eficiência superior às Nordestinas para este mesmo tratamento, na ordem de 33,1%.

Considerando-se o volume total de água consumida em cada tratamento pela área aproximada de cada vaso [$3,14 \times (50)^2/4$] foi possível determinar o consumo expresso em lâmina ($L = V/A$) de água aplicada, sendo respectivamente: 188 mm para o tratamento mantido a 40% de AD, 323 mm para 60% de AD, 707 mm correspondente a 80% de AD e 2534 mm para os tratamentos conduzidos sem estresse hídrico (100% de AD), com média de consumo para ambas as cultivares de 940 mm ao longo do ciclo de cultivo.

A representação gráfica das regressões obtidas para produção de fitomassa (g), consumo de água (L) e eficiência de uso de água ($g L^{-1}$) das cultivares durante todo o período da condução do experimento (180 dias) pode ser visualizada na Figura 1.

As equações apresentadas na Figura 1 refletem o comportamento exponencial para a fitomassa, polinomial quadrático para o consumo total de água e linear para a eficiência do uso pelas cultivares estudadas, obtendo-se um ganho $0,042 g L^{-1}$ para cada incremento unitário em percentual de volume de água disponível no solo, valor muito próximo do registrado por Lacerda (2006) para a cultivar Paraguaçu, que foi de $0,049 g L^{-1}$, também submetida a diferentes níveis de água no solo.

Os índices de eficiência de consumo de água alcançados pelos tratamentos mantidos a 100% AD ($2,83 kg m^{-3}$ para Nordeste e $2,78 kg m^{-3}$ para Paraguaçu), indicam um potencial altamente produtivo para ambas as cultivares, visto que se apresentam sensíveis em sua resposta à água, quando associados a um manejo adequado, concomitante à utilização dos demais insumos necessários ao pleno desenvolvimento da cultura transformando, de forma eficiente, os investimentos nesses insumos em produção efetiva de matéria seca redundando, conseqüentemente, em um potencial maior de produção de frutos por área cultivada, conforme descrevem Doorenbos & Kassam (1994) para o efeito da água sobre o rendimento das culturas. Para esses autores, a busca de

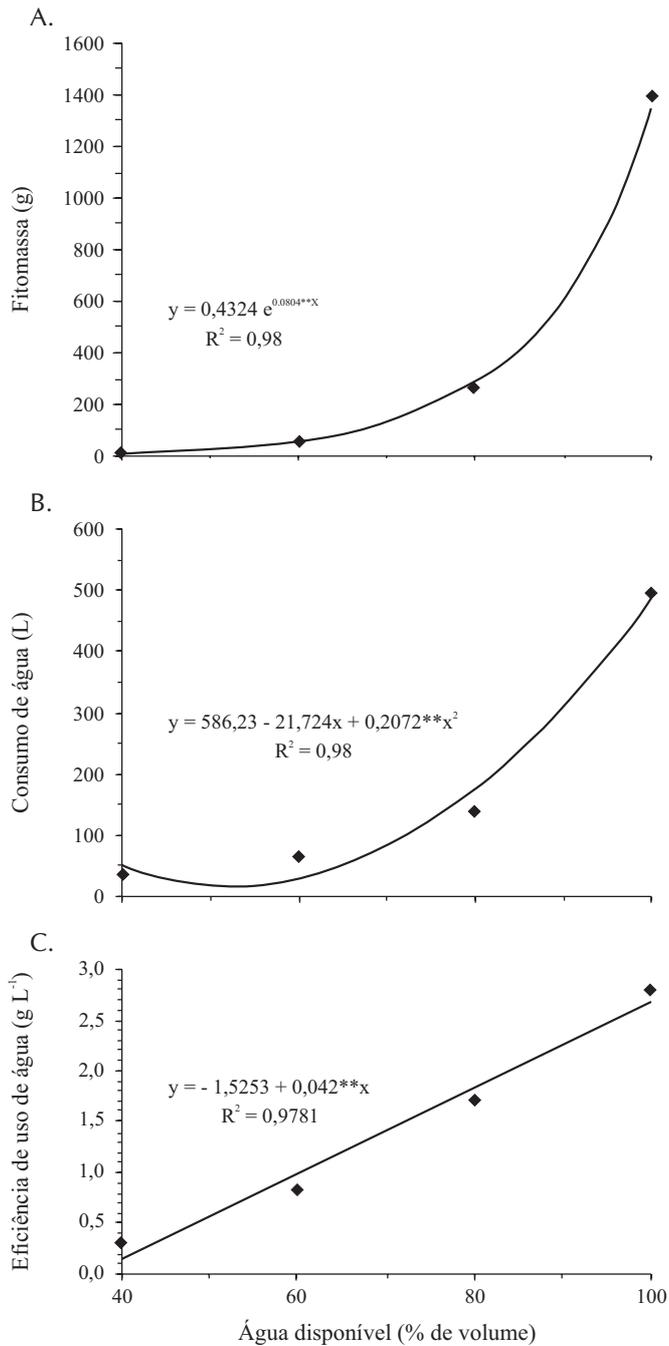


Figura 1. Fitomassa (A), consumo de água (B) e eficiência de uso de água (C) em função do conteúdo de água no solo

rendimentos elevados, sobretudo em áreas irrigadas, exige o cultivo de espécies altamente produtivas, como é o caso da mamona, as quais propiciam significativas respostas à aplicação da água alcançando-se níveis ótimos de eficiência de utilização deste insumo em função do rendimento colhido.

CONCLUSÕES

1. As cultivares de mamona BRS-149 Nordestina e BRS-188 Paraguaçu estudadas têm comportamento similar no que se refere ao consumo e à eficiência de uso de água.

2. As relevantes produções de fitomassa apresentadas pelas cultivares, quando não submetidas a déficit hídrico, indicam elevada eficiência na transformação da água consumida em matéria seca.

LITERATURA CITADA

- Azevêdo, D. M. P. de; Lima, E. F. O Agronegócio da mamona no Brasil. CampinaGrande: Embrapa Algodão, 2001. 350p.
- Azevedo, D. M. P. de; Lima, E. F.; Batista, F. A. S. Recomendações técnicas para o cultivo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) no Brasil. Campina Grande: CNPA, 1997. 52p.
- Barker, R. E; Frank, A. B.; Berdahl, J. D. Cultivar and clonal differences for water use efficiency and yield ind four forage grasses. *Crop Sci*, v.29, p.58-61, 1989.
- Barreto, A. N.; Beltrão, N. E. de M.; Bezerra, J. R. C.; Luz, M. J. da S. Efeito da configuração de plantio na cultura do algodoeiro herbáceo, cultivar CNPA 6H, irrigado por sulco. In: Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Algodão – 1992/1993. Campina Grande: Embrapa/CNPA, 1994, p.155-157.
- Carvalho, B. C. L. Manual do cultivo da mamona. Salvador: EBDA, 2005. 65p.
- Coelho, D. K. Crescimento e desenvolvimento da mamoneira em função da irrigação com águas salinas e matéria orgânica. Campina Grande: UFCG. 2006. 85p. Dissertação Mestrado
- Coelho, E. F.; Andrade, C. L. T.; Or, D.; Lopes, L. C.; Souza, C. F. Desempenho de diferentes guias de ondas para uso com o analisador de umidade TRASE. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.5, n.1, p.81-87. 2001.
- Doorenbos, J.; Kassam, A. H. Efeito da água no rendimento das culturas. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p.
- Doorenbos, J.; Pruitt, W. O. Necessidades hídricas das culturas. Campina Grande: UFPB, 1997. 204p.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Recomendações técnicas para o cultivo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) no nordeste do Brasil. Campina Grande: Embrapa Algodão. 1997. 52p. Circular, 25
- Ferreira, P. V. Estatística aplicada a Agronomia, 3ed. Maceió: EDUFAL, 2000. 422p.
- Freire, R. M. M. Ricinoquímica. In: Azevedo, D. M. P. de Lima, E. F. (e.). O Agronegócio da no Brasil. Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001, cap. XIII, p.295-335.
- Gomes, H. P. Engenharia de irrigação: Hidráulica dos sistemas pressurizados, aspersão e gotejamento, 3.ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 412p.
- Lacerda, R. D. de. Resposta da mamoneira BRS 188-Paraguaçu a diferentes níveis de água e matéria orgânica no solo. Campina Grande: UFCG. 2006. 82p. Dissertação Mestrado
- Novais, R. F.; Neves, J. C. L.; Barros, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: Métodos de pesquisa em fertilidade de solo, Brasília: Embrapa SEA. 1991. 392p. Documentos, 3
- Pereira, M. N. B. Comportamento de duas cultivares de algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum*, L. r. *Latifolium Hutch* L.) em baixos níveis de água disponível do solo. Campina Grande: UFPB. 1995. 109p. Dissertação Mestrado

- Rodrigues, L. N.; Nery, A. R.; Carvalho, A. de P.; Fernandes, P. D.; Beltrão, N. E. de M. Mamoneira irrigada com efluente de esgoto doméstico sob diferentes níveis de reposição da evapotranspiração. In: Congresso Brasileiro de Mamona, 2, 2006, Aracajú. Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. CD-Rom
- Silva, E. L.; Gervásio, E. S. Uso do instrumento TDR para determinação do teor de água em diferentes camadas de um Latossolo Roxo distrófico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.3, n.3, p.417-420, 1999.
- Silva, L. C da.; Beltrão, N. E. de M. Incremento de fitomassa e produtividade do amendoazeiro em função de lâmina e intervalos de irrigação. *Revista de Oleaginosas e Fibrosas*, v.4, n.2, p.111-121, 2000.
- Silva, S. M. S. e. Germinação, crescimento e desenvolvimento de genótipos de mamoneira irrigados com águas salinas. Campina Grande: UFCG. 2004. 74p. Dissertação Mestrado
- Távora, F. J. A. F. A cultura de mamona. Fortaleza: EPACE, 1982. 111p.