

Componentes de produção de pinhão manso irrigado com água de diferentes condutividades elétrica e doses de fósforo

Components of production of physic nut irrigated with water of different electrical conductivity and doses of phosphorus

Antonio Evami Cavalcante Sousa^{I*} Hans Raj Gheyi^{II} Frederico Antonio Loureiro Soares^{III}
Reginaldo Gomes Nobre^{IV} Elka Costa Santos Nascimento^I

RESUMO

O pinhão manso tem atraído bastante interesse nos últimos anos por apresentar elevado potencial de fornecer óleo para produção de biocombustível e isso tem provocado a expansão rápida das áreas de cultivo em todo mundo. Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da irrigação com água de diferentes condutividades elétricas (CEa) e doses de fósforo sobre os componentes de produção de pinhão manso durante o terceiro ano de produção. Usou-se o delineamento em blocos casualizados em um fatorial (5x2) com quatro repetições, sendo cinco níveis de salinidade (CEa - 0,6 testemunha; 1,2; 1,8; 2,4 e 3,0dS m⁻¹) da água de irrigação e duas doses de P₂O₅ (135 e 200g planta⁻¹ ano⁻¹), em que a água de 0,6dS m⁻¹ refere-se à água de abastecimento e à dose de 135g planta⁻¹, a recomendação para o pinhão manso. As plantas foram cultivadas em vasos com capacidade de 200L e irrigados a cada três dias. O número de dias para inflorescência, número de cachos planta⁻¹, produtividade de sementes e o teor de óleo das sementes de pinhão manso foram afetados negativamente pelo o aumento da salinidade da água de irrigação. A cultura do pinhão manso irrigado com água com condutividade elétrica de 1,3dS m⁻¹ reduz 10% da produtividade das sementes e consequentemente do teor de óleo em suas sementes. Somente o número de dias para inflorescência foi afetado pelas doses de fósforo. Verificou-se correlação positiva e significativa entre o peso de 100 sementes e o teor de óleo das sementes que, respectivamente, foram 90,26g e 36,39% no tratamento irrigado com a água de menor condutividade elétrica.

Palavras-chave: *Jatropha curcas* L., salinidade, adubação fosfatada, peso de sementes, teor de óleo.

ABSTRACT

The physic nut has attracted considerable interest in recent years because of the high potential to provide oil for biofuel production and this has caused the rapid expansion of cultivated area worldwide. This research aimed to evaluate the influence of irrigation with water of different electrical conductivity (ECw) and two doses of phosphorus on the production components of physic nut during the third year of production. A randomized block design in a factorial (5x2) was adopted with four repetitions, with five levels of salinity (ECw - 0.6 control; 1.2; 1.8; 2.4 and 3.0dS m⁻¹) of the irrigation water and two doses of P₂O₅ (135 and 200g plant⁻¹ year⁻¹), in which the water of 0.6dS m⁻¹ refers to municipal supply water and the dose of 135g plant⁻¹ is the recommended dose for physic nut. Plants were cultivated in recipient of 200L and irrigated at intervals of three days. The number of days for inflorescence, number of clusters plant⁻¹, grain yield and oil content of physic nut seeds were negatively affected by the increasing salinity of the irrigated water. The cultivation of physic nut irrigated with electrical conductivity of 1.3dS m⁻¹ reduces the productivity by 10% and consequently the seed oil content. Only the number of days for inflorescence was affected by phosphorus doses. A positive and significant correlation between weight of 100 seeds and oil content of seeds was observed and in the treatment with the lowest ECw the values obtained were respectively 90.26g and 36.39%.

Key words: *Jatropha curcas* L., salinity, phosphorus nutrition, weight of seeds, oil content.

^IUnidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEA), Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Av. Aprígio Veloso, 882, Universitário, CP 10.078, 58109-970, Campina Grande, PB, Brasil. E-mail: evami@ibest.com.br. *Autor para correspondência.

^{II}Núcleo de Engenharia de Água e Solo, Universidade Federal do Recôncavo Baiano (UFRB), Cruz das Almas, BA, Brasil.

^{III}Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, Brasil.

^{IV}Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias (UAGRA), UFCG, Pombal, PB, Brasil.

INTRODUÇÃO

A busca por sistemas de produção sustentáveis tornou-se meta fundamental no sentido ambiental para a sociedade como um todo, sendo o biodiesel uma alternativa. Dentre as culturas energéticas apontadas com grande potencial produtivo de óleo combustível, o pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) possui o melhor potencial pela alta produção de óleo por hectare e por não concorrer com outros mercados, tal como ocorre com outras culturas oleaginosas como algodão, girassol, soja, entre outros utilizados para outros fins (FRIGO et al., 2008).

A produtividade do pinhão manso é muito variável, dependendo da região, do método de cultivo e dos tratamentos culturais, bem como da regularidade pluviométrica e da fertilidade do solo. DRUMOND et al. (2010) obtiveram produtividades variando de 330kg ha⁻¹, em condições de sequeiro, a 1.200kg ha⁻¹, em área irrigada, já no primeiro ano de cultivo em Petrolina-PE.

O rendimento de óleo é o principal produto desse cultivo, e o volume de óleo produzido em média de 33 a 38% pela planta depende da associação das características produtivas e vegetativas em um determinado ambiente (LAVIOLA & DIAS, 2008; SPINELLI et al., 2010). Com exceção das questões analíticas da extração do óleo, seja pela prensagem ou pelo uso de solventes, o rendimento desse processo depende essencialmente do teor de óleo e do volume de matéria prima utilizado na extração. Já em relação aos componentes de produção dessa oleaginosa, o rendimento de óleo depende da expressão de características vegetativas que se diferenciam, principalmente, em relação ao número de ramos, à projeção da copa e características produtivas, tais como, produção de grãos, peso de grãos, peso de amêndoas, peso de casca e teor de óleo nas sementes (RAO et al., 2008).

O uso do óleo desta cultura para a produção do biodiesel cria oportunidade para o aumento das áreas de plantio no semiárido nordestino. Porém, o período de chuvas nesta região é curto (quatro a cinco meses) e desuniforme, sendo necessária a irrigação (GHEYI et al., 1991; VITAL et al., 2005). Essa prática tem contribuído ao longo do tempo para a propagação de áreas com restrições ambientais tais como afetadas por sais ou da água de irrigação (SOUSA, 2007). Estima-se que 20% da área cultivada no mundo já sofram devido à salinização do solo (SAIRAM & TYAGI, 2004).

O acúmulo de sais no solo decorrente da água de irrigação inibe o crescimento das plantas em razão da redução do potencial osmótico da solução, restringindo a disponibilidade de água pelo o acúmulo

de íons nos tecidos vegetais, podendo ocasionar toxicidade iônica e/ou desequilíbrio nutricional (SILVA et al., 2003). O grau de severidade com que esses componentes influenciam no desenvolvimento das plantas é dependente de muitos fatores, como a espécie vegetal, a cultivar, o estágio fenológico, a composição salina do meio, a intensidade, a duração do estresse e das condições edafoclimáticas e, ainda, do manejo da irrigação (GHEYI et al., 2005; NEVES et al., 2009).

A produtividade vegetal é um processo extremamente complexo que envolve fatores do solo, do clima e da genética da planta. Esses fatores interagem de maneira específica para cada ambiente local, determinando a produtividade da cultura (EPSTEIN & BLOOM, 2006). A fertilidade do solo é um dos fatores mais importantes da produtividade, pois ela determina as condições para o suprimento dos nutrientes minerais, o desenvolvimento radicular e, também, o rendimento e a qualidade do produto colhido (MORAIS, 2010).

O fósforo é um dos mais importantes constituintes minerais para a atividade celular e, também, é o nutriente mais limitante para a produtividade de biomassa em plantas cultivadas em solos tropicais (NOVAIS & SMYTH, 1999). Isso ocorre em decorrência da alta deficiência deste elemento nos solos brasileiros, devido à alta capacidade de fixação do fósforo adicionado ao solo através de mecanismos de adsorção e precipitação, reduzindo sua disponibilidade às plantas. Outro fator que deve ser levado em consideração é a demanda de fósforo pela cultura, plantas em intenso desenvolvimento requerem maior nível de fósforo em solução (MORAIS, 2010).

Este trabalho teve por objetivo avaliar os componentes de produção de pinhão manso irrigados com água de diferentes condutividades elétricas e doses de fósforo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em ambiente protegido pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande-PB com as seguintes coordenadas geográficas: 07°15'18" de latitude Sul, 35°52'28" de longitude Oeste e altitude média de 550m. O clima da região, conforme a classificação climática de Köppen, é do tipo Csa, que representa clima mesotérmico, subúmido, com período de estiagem quente e seco (4 a 5 meses) e período chuvoso de outono a inverno (COELHO & SOCIN, 1982).

O experimento foi iniciado em abril de 2007 em espaçamento de 1,6x1,7m, utilizando-se recipientes plásticos com capacidade de 200L (D=0,58m e h=0,75m);

o sistema de drenagem foi composto de tela de nylon, 5,0L de brita, 5,0L de areia, mangueira e dois recipientes coletores de 2L. Em cada lisímetro foram colocados aproximadamente 230kg de material de solo devidamente destorroado e uma planta de pinhão manso por vaso. O solo utilizado foi classificado como Argissolo Acinzentado Eutrófico (SANTOS et al., 2006), textura franco-arenoso, não salino e não sódico, retirado a uma camada de 0-0,30m proveniente do distrito de São José da Mata em Campina Grande-PB.

Para o terceiro ano de produção, adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, em um fatorial 5x2, com cinco condutividades elétricas (CEa) de 0,6 - testemunha; 1,2; 1,8; 2,4 e 3,0dS m⁻¹ a 25°C da água de irrigação e duas doses de P₂O₅ (135 e 200g planta⁻¹ano⁻¹) com quatro repetições. As águas de diferente salinidade utilizadas na irrigação foram preparadas a partir dos sais NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O na proporção equivalente 7:2:1, entre os cátions Na⁺: Ca⁺⁺: Mg⁺⁺ e aplicados durante o ano.

O solo foi adubado na fundação com 100, 300 e 150ppm de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, conforme recomendação de NOVAIS et al. (1991) para ensaios conduzidos em ambientes protegidos, utilizando como fonte de nutrientes uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio para os dois primeiros anos de experimento.

No início do terceiro ano, foi realizada uma poda drástica, deixando todas as parcelas com 60cm de altura, deixando três galhos principais. Aos 30 dias após poda (DAP), foi realizado o primeiro desbaste, deixando-se apenas as duas brotações mais vigorosas por galho, totalizando seis brotações por planta. Aos 45DAP, foi efetuado o segundo desbaste, quando se eliminaram todas as brotações menores, entretanto, o controle de brotação continuou periodicamente.

Também foi aplicado no solo 1kg de húmus de minhoca em dose única com o objetivo de elevar o conteúdo de matéria orgânica. Na adubação mineral, foi incorporado anualmente 80g planta⁻¹ de N e 62g planta⁻¹ de K₂O, e as duas doses de P₂O₅ (135 e 200g planta⁻¹), conforme os tratamentos; sendo estes valores fracionados e aplicado mensalmente durante 12 meses.

As irrigações foram realizadas ao final da tarde, seguindo turno de rega de três dias e fixada uma fração de lixiviação em 0,15 como manejo, para evitar maiores acumulações de sais no solo. Durante a condução do experimento foram realizados os seguintes tratos culturais: eliminação manual das plantas daninhas, escarificação superficial do solo a cada intervalo de duas irrigações e pulverizações realizadas uma vez por semana, visando o controle preventivo de doenças e pragas.

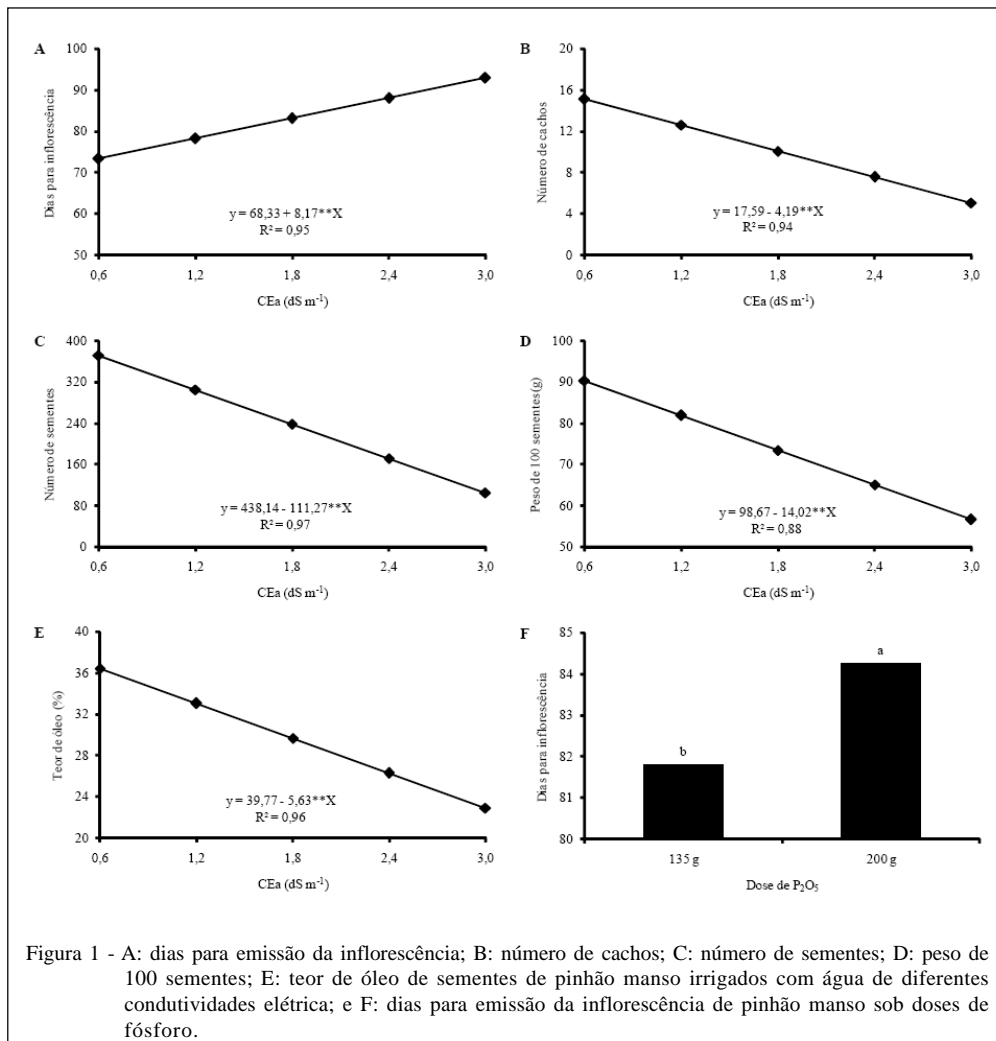
O registro da emissão das primeiras inflorescências e o número de cachos de cada planta foi determinado mediante a identificação de cada cacho na planta com um cordão, sendo que, no final da produção, foi realizada a contagem do número de cordões de cada planta, obtendo-se o número de cachos planta⁻¹. A colheita dos frutos foi realizada a cada três dias e eles eram postos para secagem ao ar por mais três dias. Após este procedimento as sementes foram pesadas e quantificadas.

Ao final do ciclo, as sementes foram homogeneizadas por tratamento, em que se determinou o peso de 100 sementes e o teor de óleo. Para as pesagens das sementes, foi utilizada uma balança de precisão (0,01g) e, para a obtenção do teor de óleo, as sementes foram aclimatadas à temperatura de 20°C por 24 horas e submetidas à análise não destrutiva em triplicas autênticas por ressonância magnética nuclear de baixo campo (AOCS, 2000).

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste F e, nos casos de significância, foram realizadas análise de regressão polinomial linear e quadrática para o fator nível salino. Para o fator dose de fósforo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade e teste de correlação de Pearson para peso de sementes e teor de óleo, utilizando software estatístico SISVAR-ESAL (FERREIRA, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observado que o número de dias para a primeira inflorescência aumentou significativamente com o aumento da salinidade da água de irrigação (Figura 1A). O percentual de acréscimo relativo por aumento unitário da salinidade da água de irrigação foi de 12% e acréscimo de 27%, que equivale ao atraso em média de 20 dias para emissão da inflorescência das plantas que receberam água com condutividade elétrica de 3,0dS m⁻¹, quando comparado com as plantas que receberam o nível de 0,6dS m⁻¹. Corroborando esta pesquisa, SILVA et al. (2008) verificaram, em mamoneira, atraso do início da floração com o aumento da CEa de até 98,60%, o que equivale 60 dias de diferença entre o nível salino de 0,7 e 6,7dS m⁻¹. No entanto, NERY (2008), pesquisando pinhão manso nas mesmas condições deste trabalho, no primeiro ano de produção, obteve diferença significativa somente na emissão da terceira inflorescência nas plantas irrigadas com água de 3,0dS m⁻¹. Possivelmente, este fato pode ser justificado pela lenta acumulação de sais no solo uma vez que o solo, no início do ensaio, não apresentava caráter salino.



As condutividades elétricas da água de irrigação afetaram o número de cachos de pinhão manso, ajustando-se melhor ao modelo linear (Figura 1B), apresentando, em média, 15 cachos nas plantas que receberam água de 0,6dS m⁻¹ e havendo decréscimo de 23,8% por aumento unitário da salinidade da água ou redução de 67% na condutividade de 3,0dS m⁻¹, quando comparado com a menor condutividade.

Houve efeito significativo para o número de sementes por planta e resultados se ajustaram ao modelo linear (Figura 1C). Através da equação, observa-se decréscimo de 25,4% por aumento unitário da CEa de irrigação e decréscimo de 72% para 3,0dS m⁻¹, quando comparado ao tratamento de 0,6dS m⁻¹, que apresentou, em média, 371 sementes por planta. O peso de 100 sementes também seguiu a mesma tendência e foi influenciado pelo aumento da salinidade da água de irrigação, demonstrando decréscimo de 14% por

aumento unitário da CEa de irrigação (Figura 1D), apresentando decréscimo no peso das 100 sementes de 9% para a condutividade de 1,2dS m⁻¹ quando comparado com a condutividade de 0,6dS m⁻¹, que obteve massa de 90,26g. SILVA et al. (2008), estudando o desenvolvimento e produção de duas cultivares de mamona sob estresse salino, observaram decréscimo significativo no peso das amostras de 10 sementes.

Conforme RHOADES et al. (2000), a salinidade afeta não apenas o desenvolvimento, mas também a produção das culturas, efeito que se manifesta principalmente na redução da população e do desenvolvimento dos frutos, com sintomas similares ao do estresse hídrico; em geral, a salinidade do solo, causada pela irrigação com água salina como pela combinação de fatores água, solo e manejo das culturas, pode resultar em aumento nos dias para colheita, redução no número de frutos, no peso dos frutos e sementes, influenciando, diretamente, nos componentes de produção.

No teor de óleo das sementes de pinhão manso, houve efeito negativo e significativo pela salinidade da água de irrigação, ajustando-se melhor ao modelo linear, apresentando o menor valor estimado de 23% no tratamento com condutividade elétrica da água de irrigação de 3,0dS m⁻¹ (Figura 1E). Observa-se decréscimo de 14,2% por aumento unitário da CEa no teor de óleo das sementes. Os teores obtidos com as condutividades elétricas da água de irrigação de 0,6 e 1,2dS m⁻¹ foram 36 e 33% de óleo e concordam com os resultados obtidos por SATO et al. (2009), que, estudando a cultura do pinhão manso para fins de uso como combustível, afirmaram que o teor médio de óleo das sementes é de 35% em condições de campo. Foi constatado que, a partir do nível de salinidade da água de irrigação de 1,8dS m⁻¹, a concentração de óleo na semente foi abaixo dos 30% (Figura 1E).

As doses de fósforo afetaram significativamente o intervalo de dias para o pinhão manso emitir suas primeiras inflorescências (Figura 1F). As plantas que receberam a menor dose de fósforo (135g) emitiram, em média, suas inflorescências com 82 dias e as plantas que foram adubadas com a maior dose (200g) levaram 84 dias após a poda. Embora a diferença seja pequena, houve efeito significativo. No entanto, outros componentes de produção como número de cachos por planta que apresentou média de 10 cachos planta⁻¹, número de sementes com 238 unidades, peso de 100 sementes com 73,43g e teor de óleo com 30% não foram afetados significativamente pelas doses de fósforo. Este resultado não foi o esperado com a maior disponibilidade (200g) de fósforo as plantas, pois este elemento é essencial ao crescimento da planta, que consome grande quantidade de energia para garantir o armazenamento de óleo nas sementes (FERREIRA et al., 2004). Este resultado discorda de SEVERINO et al. (2006), que, ao avaliarem a adubação com macro e micronutrientes na cultura da mamona, cultura da mesma família em estudo, observaram consistente aumento na produtividade e teor de óleo, que foi influenciado positivamente pelo aumento nas doses de fósforo que variaram de 0 e 72g planta⁻¹. BRANDÃO et al. (2009), analisando o efeito da adubação fosfatada sobre a produtividade do algodoeiro, cultura oleaginosa, também afirmaram aumento significativo com o incremento das doses de fósforo fornecidas pela adubação.

À medida que aumentou o peso de 100 sementes, também aumentou o teor de óleo, demonstrando efeito direto e correlação positiva (R²=0,98), indicando que uma variável depende da outra. SPINELLI et al. (2010) também encontraram efeito direto e positivo em pesquisa com pinhão manso e afirmaram que há correlação entre o teor de óleo, peso de sementes e volume da copa de pinhão manso, conjunto esse que

também pode ser chamado de componentes primários de produção. SOUSA et al. (2011), trabalhando com diferentes lâminas (0,25; 0,50; 0,75; 1,00 e 1,25 de ETC) de reposição hídrica, também observaram correlação positiva e significativa entre peso de 100 sementes e teor de óleo nas sementes de pinhão manso. Embora na literatura haja trabalhos a respeito do efeito da salinidade sobre várias culturas como algodão, girassol e mamona, o efeito sobre o teor de óleo não havia sido relatado na cultura do pinhão manso.

CONCLUSÃO

O número de dias para emitir a inflorescência, número de cachos planta⁻¹, produtividade de grãos e o teor de óleo das sementes de pinhão manso são afetados negativamente pelo aumento da salinidade da água de irrigação. A cultura do pinhão manso irrigado com água de condutividade elétrica de 1,3dS m⁻¹ atinge em média perda de 10% da massa e conseqüentemente do teor de óleo em suas sementes. Há correlação positiva entre o peso de 100 sementes e o teor de óleo das sementes de pinhão manso. Somente o número de dias para emissão da inflorescência é afetado pelas doses de fósforo.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão do auxílio financeiro e bolsa ao primeiro autor para realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- AOCS - AMERICAN OIL CHEMISTS SOCIETY. **Official and tentative methods of the American Oil Chemists Society**. Champaign, 2000. 157p.
- BRANDÃO, Z.N. et al. Efeito da adubação fosfatada sobre os teores foliares de P e produtividade do algodoeiro no semiárido nordestino. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 7., 2009, Foz do Iguaçu, PR. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. p.1875-1884. Disponível em <http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/cba7/VII_CBA_anais/SNP_P.092%281875-1884%29.pdf>. Acesso em 24 jan. 2011.
- COELHO, M.A.; SONCIN, N.B. **Geografia do Brasil**. São Paulo: Moderna, 1982. 368p.
- DRUMOND, M.A. et al. Desempenho agrônômico de genótipos de pinhão manso no Semiárido pernambucano. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.1, p.44-47, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010384782010000100008&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 14 fev. 2011. doi: 10.1590/S0103-84782009005000229.
- EPSTEIN, E.; BLOON, J. **Nutrição mineral de plantas**. 2ed. Londrina: Planta, 2006. 401p.

- FERREIRA, D.F. **SISVAR 4.6 Sistema de análises estatísticas**. Lavras: UFLA, 2003. 32p.
- FERREIRA, G.B. et al. A deficiência de fósforo e potássio na mamona (*Ricinus communis* L): descrição e efeito sobre o crescimento e a produção da cultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2004, Campina Grande, PB. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. CD. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/pdf/mamona/076.PDF>>. Acesso em: 24 maio, 2010.
- FRIGO, M.S. et al. Análise energética do primeiro ano de cultivo do pinhão manso em sistema irrigado por gotejamento. **Irriga**, Jaboticabal, v.13, p.261-271, 2008.
- GHEYI, H.R. et al. **Prevenção, manejo e recuperação de solos salinos e sódicos**. Mossoró: ESAM, 1991. 70p.
- GHEYI, H.R. et al. Salinidade do solo, crescimento e desenvolvimento das plantas. In: NOGUEIRA, R.J.C. et al. (Eds.). **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas**. Recife: UFRPE, 2005. p.138-148.
- LAVIOLA, B.G.; DIAS, L.A. dos S. Teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão manso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p.1969-1975, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832008000500018&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 19 jul. 2010>. doi: 10.1590/S0100-06832008000500015.
- MORAIS, D.L. **Impacto da nutrição mineral no crescimento do pinhão manso (*Jatropha curcas* L)**. 2010. 57f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Curso de Pós-graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal de Campina Grande, Patos, PB.
- NERY, A.R. **Crescimento e fenologia do pinhão manso irrigado com águas salinas sob ambiente protegido**. 2008. 93f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola na Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.
- NEVES, A.L.R. et al. Trocas gasosas e teores de minerais no feijão de corda irrigado com água salina em diferentes estádios. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, p.873-881, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v13s0/v13s0a09.pdf>>. Acesso em: 19 jul. 2010. doi: 10.1590/S1415-43662009000700009.
- NOVAIS, R.F. et al. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A.J. et al. (Eds.). **Métodos de pesquisa em ambiente controlado**. Brasília: Embrapa, 1991. p.189-273. (Documentos 3).
- NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399p.
- RAO G.R. et al. Genetic associations, variability and diversity in seed characters growth, reproductive phenology and yield in *Jatropha curcas* (L.) accessions. **Trees**, Berlin, v.22, p.697-709, 2008. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/d833r3221q2522g2/>>. Acesso em: 23 fev. 2011. doi: 10.1007/s00468-008-0229-4.
- RHOADES, J.D. et al. **Uso de águas salinas para produção agrícola**. Campina Grande: UFPB, 2000. 117p.
- SAIRAM, R.K.; TYAGI, A. Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants. **Current Science**, Bangalore, v.86, p.407-421, 2004. Disponível em: <www.ias.ac.in/currsci/feb102004/407.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2010.
- SANTOS, H.G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.
- SATO, M. et al. A cultura do pinhão manso (*Jatropha curcas* L): uso para fins combustíveis e descrição agrônômica. **Revista Varia Scientia**. Cascavel, v.07, p.47-62, 2009.
- SEVERINO, L.S. et al. Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com macronutrientes e micronutrientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, p.563-568, 2006. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/pab/v41n4/29800.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2010. doi: 10.1590/S0100-204X2006000400003.
- SILVA, J.V. et al. Physiological responses of NaCl stressed cowpea plants grown in nutrient solution supplemented with CaCl₂. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campos dos Goytacazes, v.15, p.99-105, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/bjpp/v15n2/17255.pdf>>. Acesso em: 21 jul. 2010. doi: 10.1590/S1677-04202003000200005.
- SILVA, S.M.S. et al. Desenvolvimento e produção de duas cultivares de mamoneira sob estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, p.335-342, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v12n4/v12n04a01.pdf>>. Acesso em: 22 jul. 2010. doi: 10.1590/S1415-43662008000400001.
- SOUSA, A.E.C. et al. Teor de óleo no pinhão manso em função de lâminas de água residual. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, p.108-111, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2011000100015&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 14 maio, 2011. doi: 10.1590/S0100-204X2011000100015.
- SOUSA, C.H.C. de. **Análise da tolerância à salinidade em plantas de sorgo, feijão de corda e algodão**. 2007. 73f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Curso em Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.
- SPINELLI, V.M. et al. Componentes primários e secundários do rendimento de óleo de pinhão manso. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, p.1752-1758, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010384782010000800013&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 14 fev. 2011. doi: 10.1590/S0103-84782010005000129.
- VITAL, A.F.M. et al. Comportamento de atributos químicos de um solo salino-sódico tratado com gesso agrícola e fósforo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, p.30-36, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v9n1/v9n1a05.pdf>>. Acesso em: 23 jul. 2010. doi: 10.1590/S1415-43662005000100005.