

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

v.4, n.4, p.449-455, out.-dez., 2009

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

Protocolo 302 - 18/12/2007 • Aprovado em 29/08/2009

Levi G. Moreira¹

Thales V. de A. Viana¹

Albanise B. Marinho^{1,2}

Jefferson G. A. Nobre¹

Alan D. Lima¹

André H. P. Albuquerque¹

Efeitos de diferentes lâminas de irrigação na produtividade da mamoneira variedade IAC Guarani

RESUMO

Com o objetivo de avaliar os fatores produtivos da variedade de mamoneira IAC Guarani (*Ricinus communis* L.), sob diferentes lâminas de irrigação, foi instalado um ensaio em uma área experimental da Universidade Federal do Ceará, no município de Fortaleza (03° 44'S; 38° 33'W; 19,5 m). A semeadura foi feita em covas, espaçadas de 1,0 x 1,0 m. Durante o ciclo da mamoneira, as plantas foram irrigadas diariamente, por gotejamento. As lâminas de irrigação foram quantificadas a partir da evaporação medida no tanque classe "A" (ECA). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com cinco tratamentos: 25%, 50%, 75%, 100% e 125% da ECA, com quatro repetições. A colheita foi realizada em três etapas à medida que os racemos de 1ª, 2ª e 3ª ordens foram amadurecendo e secando. Foram avaliados os seguintes fatores produtivos: peso de 100 sementes e produtividades dos racemos de 1ª, 2ª e 3ª ordens e total. As lâminas de irrigação influenciaram o peso de 100 sementes e as produtividades dos racemos de 2ª e 3ª ordens e total. A irrigação com base na lâmina estimada de 105,5% da evaporação medida no tanque classe "A" proporcionou a maior produtividade total.

Palavras-chave: *Ricinus communis* L., manejo de irrigação, tanque classe "A", biodiesel

Effects of different irrigation depths on the productivity of castor bean plant of IAC Guarani variety

ABSTRACT

Aiming to evaluate the production factors of variety of castor bean plant IAC Guarani (*Ricinus communis* L.) under different irrigation depths, an experiment was installed in the Federal University of Ceará, in the city of Fortaleza (03° 44'S; 38° 33'W; 19.5 m). The sowing was made in hill spacing of 1.0 x 1.0 m. During the mamoneira cycle, plants were drip irrigated daily with irrigation depths quantified based on the evaporation measured in the Class A Evaporation Pan (ECA). The experiment was allocated in a randomized block design with five treatments (25%, 50%, 75%, 100% and 125% of ECA) and four replications. The harvest was carried out in three stages in proportion that the racemes of 1st, 2nd and 3rd orders were ripened and dried. The following productive factors were evaluated: weight of 100 seeds and productivities of racemes of 1st, 2nd and 3rd orders and total of racemes. The irrigation depths influenced the weight of 100 seeds and the productivities of racemes of the 2nd and 3rd orders and total of racemes. The irrigation based on the depth estimated from 105.5% of evaporation measured in Class "A" Pan produced the largest total productivity.

Key words: *Ricinus communis* L., irrigation management, class "A" evaporation pan, biodiesel

¹ Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia Agrícola, Bloco 804, Campus do Pici, Fortaleza, CEP 60455-970. Fone: (85) 3366-9766. Fax: (85) 3366-9755. E-mail: levigm@hotmail.com; thales@ufc.br; albanisebm@gmail.com; jeffersonobre@hotmail.com; alandiniz3@hotmail.com; andrehenrique84@yahoo.com.br.

² Bolsista PNPd/Capes/UFC

INTRODUÇÃO

A mamona (*Ricinus communis* L.) é uma oleaginosa com grande tolerância à seca, exigente em calor e luminosidade, adaptando-se perfeitamente ao semi-árido brasileiro (Cartaxo et al., 2004) e tem sido muito explorada em função do óleo contido em suas sementes que se constitui em matéria-prima para a produção do biodiesel (Beltrão et al., 2003).

Atualmente, o Brasil é um dos principais produtores mundiais de óleo de mamona. A cultura se encontra em extraordinária recuperação quanto a sua produção, em relação à safra dos últimos dez anos, em função do lançamento de programas de incentivo à produção, em diferentes esferas governamentais, visando incentivar e aperfeiçoar a produção de biodiesel (Kouri & Santos, 2006). Ao optar pela implementação do programa de biodiesel, tendo a mamona como a base do programa, o governo brasileiro induziu ao aumento de experiências com esta oleaginosa, que também possui um mercado crescente fora do Brasil. Diante desse cenário, o Estado do Ceará pode ser considerado produtor em potencial, devido à disponibilidade de mão-de-obra no campo e a pouca utilização das áreas semi-áridas, onde a cultura é bem adaptada, com cultivos perenes. Entretanto, essas áreas são caracterizadas pela irregularidade pluviométrica ou a sua escassez, por isso, a água é um fator limitante para a obtenção de maiores produtividades com a cultura.

A mamoneira desenvolve-se bem em ambientes com temperatura média variando entre 20 e 30°C, com elevada insolação, requerendo entre 2000 e 3800°C de unidades de graus-dias, umidade relativa do ar durante a maior parte do ciclo entre 30% e 60% e precipitação de, no mínimo, 700 mm, bem distribuídos (Beltrão et al., 2003).

Segundo dados do IBGE (2006), a produtividade média brasileira na safra 2004/2005 foi de 722 kg de baga ha⁻¹ em regime de sequeiro, mas, segundo Kouri & Santos (2006), o rendimento poderia ser maior que 1 t ha⁻¹. O mesmo autor cita como causa da baixa produtividade da cultura a falta de aplicação de práticas culturais adequadas, como espaçamento, época de plantio e consorciação por parte dos produtores. Nobre (2007) produziu mais de quatro toneladas de baga ha⁻¹ em sistema irrigado, nas condições edafoclimáticas de Fortaleza-CE, empregando adequados manejos e tratos culturais. Entretanto, a produtividade da mamoneira no Nordeste brasileiro ainda é baixa, o que se deve, em parte, ao baixo nível tecnológico empregado por grande parte dos agricultores, pois acreditam que a planta não necessita de muitos cuidados.

A disponibilidade hídrica nos primeiros estádios de crescimento da cultura é decisiva no estabelecimento e no aumento da produtividade. Souza et al. (2007) verificaram que em plantio com irrigação suplementar antes e depois do período chuvoso, a produtividade de grãos da mamoneira aumentou em mais de 100 % em relação ao plantio em março sem irrigação.

Para Corrêa et al. (2006), baixas produtividades alcançadas pela cultura da mamona podem ocorrer devido ao plantio antes ou depois do início da estação chuvosa, pois não ocorre a plena utilização da água disponível. Assim, fica reduzido o

período de crescimento favorável à produção da planta em condições satisfatórias de umidade. O ideal é que, em sistema de sequeiro o plantio seja realizado no início das primeiras chuvas, para se assegurar um bom desenvolvimento das plantas.

De acordo com Rego et al. (2004), o déficit hídrico provoca o fechamento dos estômatos, diminuindo a assimilação de CO₂ e, conseqüentemente, reduzindo as atividades fisiológicas das plantas, principalmente a divisão e o crescimento das células. Por outro lado, o excesso hídrico causa a falta de oxigênio, prejudicando a respiração e a assimilação dos foto-assimilados.

Como na prática, a cultura fica exposta às intempéries climáticas, a irrigação é uma medida importante para se garantir o suprimento hídrico adequado à cultura nos momentos de maior demanda. Koutroubas et al. (1999) verificou que a irrigação é eficiente no aumento da produtividade, pelo efeito benéfico nos números de racemos por planta, números de cápsulas por racemo e no peso de mil sementes. Para Vijaya Kumar et al. (1997) somente em condições ideais de umidade do solo através da irrigação é possível proporcionar um aumento da produtividade na mamoneira.

Souza et al. (2007) verificou que a utilização da irrigação suplementar na mamoneira, antes do início da estação chuvosa, proporcionou um prolongamento do ciclo da cultura, como também proporcionou aumentos significativos na produtividade de grãos por planta, haja vista o maior número de racemos por planta. Beltrão et al. (2006), em estudos realizados com a cultivar BRS 149 Nordestina, até os 60 dias após a germinação, verificou alterações fisiológicas e bioquímicas no metabolismo das plantas, ocasionado pelo excesso de água no ambiente edáfico, com conseqüente anoxia ou falta de oxigênio.

O manejo de irrigação busca suprir a necessidade hídrica da cultura na medida certa, sem déficit, nem excesso. É muito importante, para se obter sucesso na produção e também preservar o meio ambiente, que o manejo da irrigação seja feito de forma adequada (Gomes & Testezlaf, 2007). Dentre os vários métodos existentes para o manejo da irrigação, o do tanque classe "A" vem sendo amplamente utilizado em todo o mundo, devido ao seu custo relativamente baixo, à possibilidade de instalação próxima à cultura a ser irrigada, além da facilidade de operação e aliado aos resultados satisfatórios para a estimativa hídrica da cultura, racionalizando o uso da água (Santos et al., 2004).

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar fatores produtivos da mamoneira, variedade IAC Guarani, sob diferentes lâminas de irrigação quantificadas a partir da evaporação medida no tanque classe "A", sob as condições edafoclimáticas de Fortaleza-CE.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido em uma área experimental da Universidade Federal do Ceará (UFC), em Fortaleza (03°44'S; 38°33'W; 19,5 m), no período de maio a dezembro de 2006. De acordo com Köppen o clima é classificado

como Aw', ou seja, tropical chuvoso, muito quente, com predomínio de chuvas nas estações do verão e do outono, com médias anuais registradas entre o período de 1971 a 2000 de: precipitação, 1.523 mm; temperatura, 26,9 °C; umidade relativa do ar, 69 %; e evapotranspiração, 1.747 mm.

O solo da área foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 1999), de textura franco-argilo-arenosa. No início do experimento, foram determinadas as características físico-hídricas do solo, da área experimental, nas profundidades de 0 – 20 cm e 20 – 40 cm. As análises foram realizadas no Laboratório de Solos e Água do Departamento de Ciências do Solo da UFC (Tabela 1).

Tabela 1. Características físico-hídricas, nas profundidades de 0 – 20 cm e 20 – 40 cm, do solo da área experimental da estação Agroclimatológica da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2006

Table 1. Physical-hydric characteristics at 0 - 20 cm and 20 - 40 cm depths, of soil at the experimental area of agroclimatical station of Federal University of Ceará (UFC), Fortaleza, CE, 2006

| Características físico-hídricas | Profundidade (cm) | |
|--|-------------------|----------------|
| | 0 – 20 | 20 – 40 |
| Areia grossa (g kg ⁻¹) | 480 | 410 |
| Areia fina (g kg ⁻¹) | 360 | 390 |
| Silte (g kg ⁻¹) | 90 | 90 |
| Argila (g kg ⁻¹) | 70 | 110 |
| Argila natural (g kg ⁻¹) | 30 | 10 |
| Grau de flocculação (g 100 ⁻¹ g ⁻¹) | 57 | 91 |
| Classe Textural | Areia franca | Franco-arenosa |
| Densidade do solo (kg dm ⁻³) | 1,42 | 1,48 |
| Densidade das partículas (kg dm ⁻³) | 2,66 | 2,62 |
| Capacidade de Campo (m ³ m ⁻³) | 0,187 | 0,182 |
| Ponto de murcha permanente (m ³ m ⁻³) | 0,056 | 0,074 |
| Umidade de Saturação (m ³ m ⁻³) | 0,430 | 0,386 |
| Porosidade (%) | 46,61 | 43,51 |

O experimento teve início com o preparo do solo, constando de uma aração e de duas gradagens cruzadas. Um mês antes da semeadura foram abertas as covas no espaçamento 1 x 1 m e fez-se a correção do pH do solo com a aplicação de 50 g de calcário dolomítico por cova a uma profundidade de 10 cm.

A semeadura foi realizada no dia 27 de maio de 2006, com três sementes por cova, da variedade IAC Guarani, a uma profundidade de 3 a 5 cm. Aos 11 dias após a semeadura, observou-se uma germinação de 90% das sementes, sendo esta data caracterizada como o 1º dia após a germinação (DAG). No 3º DAG fez-se a operação de replantio e aos 15 DAG, realizou-se o desbaste, deixando-se apenas uma planta por cova.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com cinco tratamentos referentes às lâminas de irrigação equivalentes a 25, 50, 75, 100 e 125% da evaporação medida no tanque classe “A” (ECA), com quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais. Cada parcela foi composta de 6 plantas, sendo 4 consideradas úteis e as 2 localizadas nas extremidades como bordadura, com área parcelar de 6 m² (6,0 x 1,0 m). A área total por experimento foi de 120 m², com área útil de 80 m².

Na adubação de fundação aplicou-se 15g de “Fritted Trace Elements” (FTE BR-12), como fonte de micronutrientes, a 10 cm de profundidade. A adubação com macronutrientes foi realizada semanalmente, via fertirrigação, de acordo a fase da cultura, a partir da recomendação de adubação de solo, sendo aplicado 65-70-30 kg ha⁻¹, para N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. O nitrogênio foi suprido na forma de sulfato de amônio e MAP, o fósforo pelo MAP e o K₂O pelo sulfato de potássio e o cloreto de potássio branco.

Durante o ciclo da cultura fizeram-se os controles das plantas daninhas, através de capina manual e tratos fitossanitários preventivo e curativo, com aplicação de inseticidas e formicidas de formulação comercial.

O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento, composto por bomba submersa 0,75CV, tubulação em PVC 2", mangueira de 18 mm com gotejador autocompensante, espaçados em 1,0 m, vazão de 3,8 l h⁻¹, com pressão de serviço de 1,0 kgf cm⁻². O cabeçal de controle foi constituído de manômetro glicerinado, filtro de disco, registro de gaveta e um venturi.

As irrigações foram realizadas diariamente, no período do 1º ao 170º DAG, a partir da quantificação da evaporação medida em um Tanque Classe “A” instalado ao lado da área experimental. O tempo de irrigação, por tratamento, foi calculado a partir da Equação 1.

$$Ti_{(i)} = \frac{L_i * E_L * E_G * F_C}{E_i * q_G} \quad (1)$$

Onde: Ti é o tempo de irrigação, em horas para o tratamento i; L(i) é a lâmina de irrigação a ser aplicada no tratamento i, em mm; E_L é o espaçamento entre linhas de irrigação, 1,0 m; E_G é o espaçamento entre gotejadores, 1,0 m; F_C é o fator de cobertura do solo (0,4 até 45 DAG e 0,7 de 45 até 170 DAG), adimensional; E_i é a eficiência de irrigação, 0,90; q_G é a vazão do gotejador, 3,8 l h⁻¹.

Até os 45 DAG, para se manter o estande homogêneo, todos os tratamentos receberam as mesmas lâminas de irrigação, ou seja, 75% da ECA. A partir dos 45 DAG, a lâmina de irrigação foi estabelecida de acordo com os tratamentos, isto é: 25, 50, 75, 100 e 125% da ECA.

A colheita foi realizada em três etapas, isto é, à medida que os racemos de 1ª, 2ª e 3ª ordens amadureciam e secavam. Foram avaliados os seguintes fatores produtivos: peso de 100 sementes e produtividades dos racemos de 1ª, 2ª e 3ª ordens e total. Os dados foram submetidos à análise de variância e, posteriormente, quando significativos ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, realizaram-se análises de regressão, buscando-se ajustar equações com significados biológicos por meio do software “SAEG 9.0 – UFV (2005)”.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As lâminas de irrigação aplicadas nos diferentes tratamentos durante o período experimental estão apresentadas na Tabela 2. Observa-se que, nos tratamentos com lâminas de irrigação equivalentes a 25; 50; 75; 100 e 125% da ECA foram

Tabela 2. Lâmina total aplicada, em mm, nos diversos tratamentos durante o período de realização do experimento. Área experimental da Estação Agroclimatológica da UFC, Fortaleza, CE, 2006

Table 2. Total irrigation depth applied in mm, in the different treatments during the period which the experiment was conducted. Experimental area of agroclimatical station of UFC, Fortaleza, CE, 2006

| (%ECA) | Junho | Julho | Agosto | Setembro | Outubro | Novembro | Total |
|--------|--------------|-------|--------|----------|---------|----------|-------|
| | (mm de água) | | | | | | |
| 25 | 74 | 116 | 62 | 65 | 68 | 65 | 450 |
| 50 | 74 | 130 | 123 | 129 | 136 | 129 | 723 |
| 75 | 74 | 144 | 185 | 194 | 205 | 194 | 996 |
| 100 | 74 | 158 | 246 | 258 | 273 | 259 | 1.269 |
| 125 | 74 | 172 | 308 | 323 | 341 | 323 | 1.541 |

aplicados durante o ciclo da cultura 450; 723; 996; 1269 e 1541 mm de água, respectivamente.

As análises de variância (Tabela 3) mostraram que as lâminas de irrigação influenciaram o peso de 100 sementes (P100SR), para os racemos das três ordens analisadas, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para o peso de 100 sementes dos racemos de 1ª, 2ª e 3ª ordens, em função das lâminas de irrigação

Table 3. Summary of analysis of variance for the weight of 100 seeds of the racemes of 1st, 2nd and 3rd orders, as a function of irrigation depths

| FV | GL | QM | | |
|------------|----|---------------------|-----------------------|---------------------|
| | | P100SR (1ª) | P100SR (2ª) | P100SR (3ª) |
| Tratamento | 4 | 6,115* | 6,488* | 19,218* |
| Bloco | 3 | 2,697 ^{ns} | 0,00518 ^{ns} | 1,286 ^{ns} |
| Resíduo | 12 | 0,873 | 0,00527 | 1,253 |
| Média (g) | | 42,01 | 41,56 | 41,48 |
| CV (%) | | 2,22 | 0,175 | 2,70 |

P100SR(1ª) - peso de 100 sementes dos racemos de 1ª ordem; P100SR(2ª) - peso de 100 sementes dos racemos de 2ª ordem; P100SR(3ª) - peso de 100 sementes dos racemos de 3ª ordem; * = significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns = não significativo.

A partir das análises de regressão para o peso de 100 sementes dos racemos de 1ª, 2ª e 3ª ordem, verificou-se que o modelo polinomial quadrático foi o mais adequado ($p < 0,01$), com R^2 de 0,94, 0,96 e 0,95 para as respectivas ordens. Os pesos máximos de 100 sementes estimados a partir das equações obtidas foram de 42,9 g; 43,9 g e 42,8 g para as lâminas de irrigação de 53,28; 125 e 112,3% da ECA, respectivamente (Figuras 1; 2 e 3).

Do mesmo modo, Corrêa et al. (2006), em experimento com as variedades Nordestina e Paraguaçu, em regime de sequeiro, observou que os racemos de 2ª ordem produziram sementes maiores que os racemos de 1ª e 3ª ordens para as duas variedades analisadas. Já Nobre (2007), estudando a mamoneira de variedade IAC Guarani, em plantio irrigado verificou que o peso de 100 sementes cresceu com a ordem dos racemos.

De um modo geral, para as três ordens de racemos, o peso de 100 sementes elevou-se até certa lâmina e depois passou a decrescer. Menores valores do peso de 100 sementes nas lâminas mais baixas de irrigação ocorrem porque o decréscimo de água no solo diminui o potencial de água na folha e sua condutância estomática, promovendo o fechamento dos estômatos. Esse fechamento bloqueia o fluxo de CO_2 para as

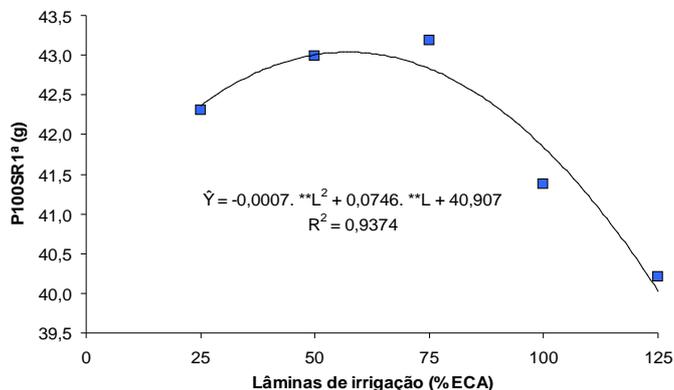


Figura 1. Peso de 100 sementes dos racemos de 1ª ordem (P100SR1ª) em função das diferentes lâminas de irrigação, Fortaleza, CE, 2006

Figure 1. Weight of 100 seeds of the racemes of 1st order (P100SR1ª) as a function of different irrigation depths, Fortaleza, CE, 2006

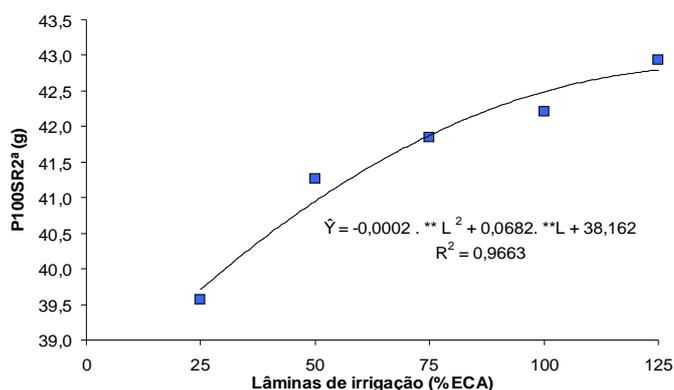


Figura 2. Peso de 100 sementes dos racemos de 2ª ordem (P100SR2ª) em função das diferentes lâminas de irrigação, Fortaleza, CE, 2006

Figure 2. Weight of 100 seeds of the racemes of 2nd order (P100SR2ª) as a function of different irrigation depths, Fortaleza, CE, 2006

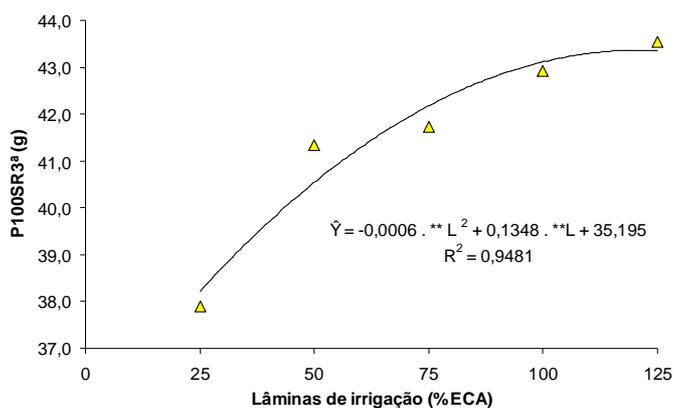


Figura 3. Peso de 100 sementes dos racemos de 3ª ordem (P100SR3ª) em função das diferentes lâminas de irrigação, Fortaleza, CE, 2006

Figure 3. Weight of 100 seeds of the racemes of 3rd order (P100SR3ª) as a function of different irrigation depths, Fortaleza, CE, 2006

folhas, afetando o acúmulo de fotoassimilados, o que reduz a produção de tecidos e, conseqüentemente, o tamanho da semente (Rego et al., 2004; Vidal et al., 2005). Por outro lado, lâminas excessivas de água provocam a diminuição da pres-

são de oxigênio (hipoxia) ou a falta do mesmo (anoxia), dificultando a respiração das plantas e, conseqüentemente diminuindo assim, a produção de energia necessária para a síntese e translocação dos compostos orgânicos e a absorção ativa dos mesmos.

As análises de variância mostraram que as produtividades dos racemos de 2ª e 3ª ordens e a produtividade total foram influenciadas pelas lâminas de irrigação, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F (Tabela 4), não havendo efeito significativo para a produtividade os racemos de 1ª ordem.

Tabela 4. Resumo da análise de variância para a produtividade dos racemos de 1ª, 2ª e 3ª ordens e produtividade total, em função das lâminas de irrigação

Table 4. Summary of analysis of variance for the productivity of the racemes of 1st, 2nd and 3rd orders and total productivity, as a function of irrigation depths

| FV | GL | Q M | | | |
|------------|----|------------------------|-----------|-----------|----------------------|
| | | PR1ª | PR2ª | PR3ª | P Total |
| Tratamento | 4 | 13817,06 ^{ns} | 140529,0* | 34456,87* | 421339,4* |
| Bloco | 3 | 8385,746 ^{ns} | 0,0151* | 0,0826* | 0,0278 ^{ns} |
| Resíduo | 12 | 22174,95 | 0,00370 | 0,000236 | 0,00153 |
| Média (kg) | | 1276,4 | 1171,4 | 1424,9 | 3872,8 |
| CV (%) | | 11,667 | 0,005 | 0,001 | 0,003 |

Em média, as produtividades dos racemos de 1ª e 3ª ordens foram superiores a de 2ª ordem, tendo os racemos de 1ª e 3ª ordens contribuído com 33 e 37% da produtividade total. Já o racemo de 2ª ordem contribuiu com apenas 30%. Corrêa et al. (2006), utilizando as variedades Nordestina e Paraguaçu, em regime de sequeiro, constatou que os racemos de 1ª e 2ª ordens foram os que mais contribuíram na produtividade total da mamoneira, 32,94% e 55,1%, respectivamente; enquanto os racemos terciários contribuíram com apenas 11,93%. Esse resultado divergente pode ser justificado pela curta estação chuvosa no estado do Ceará, o que proporciona uma baixa umidade no solo, durante o período de produção do racemo de 3ª ordem, em oposição a experimentos sob irrigação.

A análise de regressão das produtividades dos racemos de 2ª e 3ª ordens e produtividade total foram ajustadas a um modelo polinomial quadrático ($p < 0,01$) com R^2 de 0,84, 0,96 e 0,94 respectivamente. A partir da equação de ajuste, verificou-se que as lâminas equivalentes a 104,1; 97,1 e 105,5 % da ECA proporcionaram uma máxima produtividade estimada de 1.311,3; 1.500 e 4.129 kg ha^{-1} para racemos de 2ª e 3ª ordens e produtividade total, respectivamente (Figuras 4, 5 e 6).

De um modo geral, as diferentes produtividades tenderam a diminuir nos tratamentos com aplicação de lâminas superior a 105% da ECA. Isto pode ter ocorrido pelo fato de que um possível excesso hídrico, sob essas condições, tenha ocasionado a diminuição da pressão de oxigênio (hipoxia) ou a falta do mesmo (anoxia), dificultando a respiração das plantas e, conseqüentemente, diminuindo a produção de energia necessária para a síntese e translocação dos compostos orgânicos e a absorção ativa dos mesmos. Comentários semelhantes foram feitos por Chaves (2004).

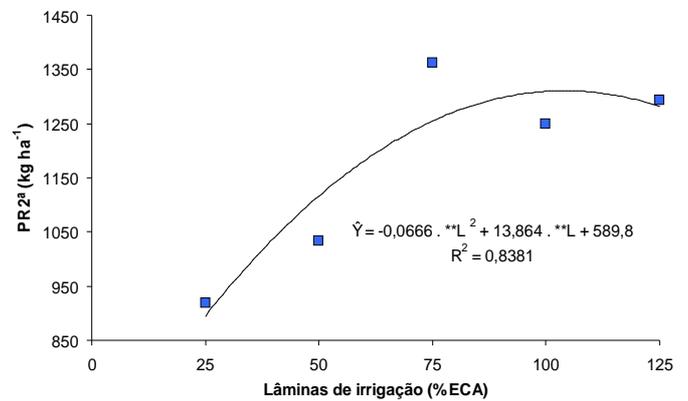


Figura 4. Produtividade do racemo de 2ª ordem (PR2ª) da mamoneira, em função das diferentes lâminas de irrigação, Fortaleza, CE, 2006

Figure 4. Productivity of the raceme of 2nd order (PR2ª) of castor bean plant, as a function of different irrigation depths, Fortaleza, CE, 2006

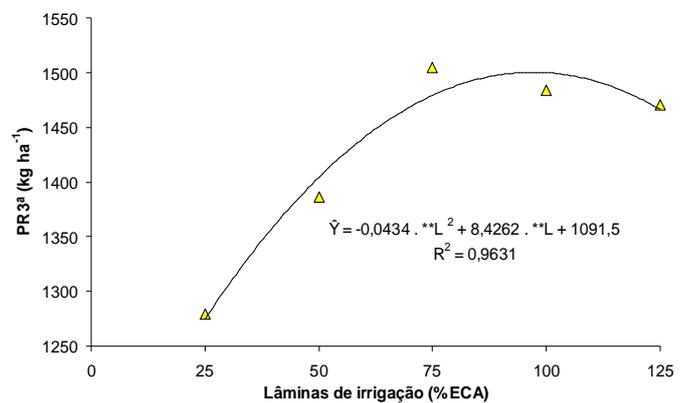


Figura 5. Produtividade do racemo de 3ª ordem (PR3ª) da mamoneira, em função dos diferentes lâminas de irrigação, Fortaleza, CE, 2006

Figure 5. Productivity of the raceme of 3rd order (PR3ª) of castor bean plant, as a function of the different irrigation depths, Fortaleza, CE, 2006

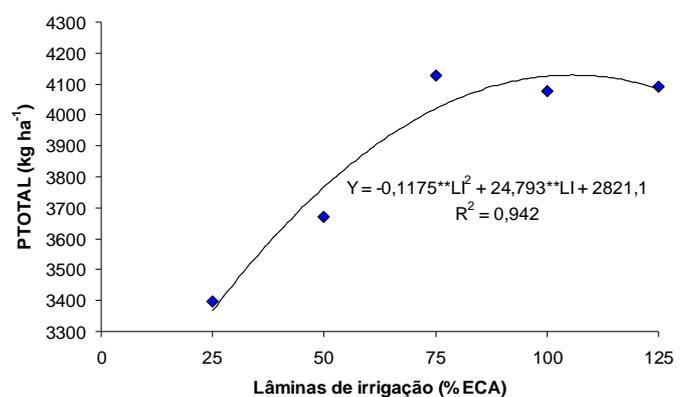


Figura 6. Produtividade total (PTOTAL) da mamoneira, em função das diferentes lâminas de irrigação, Fortaleza, CE, 2006

Figure 6. Total productivity (PTOTAL) of castor bean plant, as a function of different irrigation depths, Fortaleza, CE, 2006

Irrigando a mamoneira cv. BRS Energia, Silva et al. (2009) obtiveram uma produtividade total de 1.317,09 kg ha^{-1} para a lâmina aplicada de 487,5 mm. Os autores verificaram que a

produtividade do primeiro cacho foi superior à produtividade do segundo cacho, concordando com os valores obtidos neste trabalho.

Com a variedade IAC Guarani, Nobre (2007) obteve uma produtividade máxima de 4.161 kg ha⁻¹ para uma lâmina estimada de 89% da evaporação do tanque reduzido. Já Drumond et al. (2006a), em trabalhos com os genótipos de mamoneira CNPAM 2001-2, CNPAM 2001-16, CNPAM 2001-63, CNPAM 2001-5, CNPAM 2001-70, BRS 188-Paraguaçu e CNPAM 2001-9, irrigados em Juazeiro, BA, encontraram uma produtividade média de 2.049 kg ha⁻¹. Em Petrolina-PE, Drumond et al. (2006b) obtiveram uma produtividade média entre as cultivares em análise de 1.433 kg ha⁻¹.

Os resultados obtidos deixam claro que, nas condições climáticas do Nordeste brasileiro, cultivos de oleaginosas com o uso de irrigação têm a sua produtividade aumentada. Essas constatações estão de acordo com Silva et al. (2009) e Nobre (2007), na cultura da mamona, Silva et al. (2007) na cultura do girassol, e Silva & Beltrão, (2000), na cultura do amendoim.

CONCLUSÕES

As lâminas de irrigação influenciaram os fatores de produção como peso de 100 sementes e produtividades dos ramos de 2ª e 3ª ordens e produtividade total.

A irrigação com base na lâmina estimada de 105,5% da evaporação medida no tanque classe "A" proporcionou a maior produtividade.

LITERATURA CITADA

- Beltrão, N. E. M.; Souza, J. G. de; Santos, J. W. dos; Jerônimo, J. F.; Costa, F. X.; Lucena, A. M. A. de; Queiroz, U. C. de. Fisiologia da mamoneira, cultivar BRS-149 Nordestina na fase inicial de crescimento, submetida a estresse hídrico. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras*, v. 7, n. 1, p. 659-664, 2003.
- Beltrão, N. E. de M.; Souza, J. G. de; Santos, J. W. dos. Algumas alterações metabólicas ocorridas na mamoneira (BRS 149 Nordestina) devido ao estresse hídrico por deficiência e excesso no ambiente edáfico. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras*, v.10, n.1/2, p.977-984, 2006.
- Cartaxo, W.V.; Beltrão, N. E. de M.; Silva, O. R. R. F. da; Severino, L. S.; Suassuna, N. D.; Soares, J. J. O cultivo da mamoneira no semi-árido brasileiro. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 20p. (Circular Técnica, 77).
- Chaves, S.W.P. Coeficiente de cultivo, necessidade hídrica e adubação nitrogenada na cultura da pimenta. Fortaleza: UFC, 2004. 59p. Dissertação Mestrado.
- Corrêa, M. L. P.; Távora, F. J. F.; Pitombeira, J. B. Comportamento de cultivares de mamona em sistemas de cultivo isolados e consorciados com caupi e sorgo granífero, *Revista Ciência Agrônômica*, v.37, n.2, p.200-207, 2006.
- Drumond, M. A.; Anjos, J. B.; Miliani, M., Morgado, L. B.; Soares, J. M. Comportamento de diferentes genótipos de mamoneira irrigados por gotejamento em Juazeiro-BA. In: Congresso Brasileiro de Mamona, 2., 2006a, Aracajú, SE. Cenário Atual e Perspectiva - Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. CD-Rom.
- Drumond, M. A.; Anjos, J. B.; Miliani, M., Morgado, L. B.; Soares, J. M. Comportamento de diferentes genótipos de mamoneira irrigados por gotejamento em Petrolina-PE. In: Congresso Brasileiro de Mamona, 2., 2006b, Aracajú, SE. Cenário Atual e Perspectiva - Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. CD-Rom.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. Sistema de classificação de solos. Brasília, Embrapa: produção de informação, 1999. 412p.
- Gomes, E. P.; Testezlaf, R. Manejo de irrigação na tomaticultura-de-mesa. <http://www.feagri.unicamp.br/tomates/pdfs/manejoirrig.pdf>. 10 Nov. 2007.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. <http://www.ibge.gov.br>. 15 Nov. 2006.
- Koutroubas, S. D.; Papakosta, D. K.; Doitsinis, A. Adaptation and yielding ability of castor plant (*Ricinus communis* L.) genotypes in a Mediterranean climate. *European Journal of Agronomy*, v. 11, n.3-4, p.227-237, 1999.
- Kouri, J.; Santos, R. F. dos. Aspectos econômicos do agronegócio da mamona no Brasil. In: Congresso Brasileiro de Mamona, 2., 2006, Aracajú, SE. Cenário Atual e Perspectiva - Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. CD-Rom.
- Nobre, J. G. A. Respostas da mamona à irrigação e à aplicação de potássio em Argissolo Vermelho-Amarelo. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2007. 71p. Dissertação Mestrado.
- Rego, J.L., Viana, T. V. A., Azevedo, B. M., Bastos, F.G.C., Gondim, R.S. Efeitos de lâminas de irrigação sobre a cultura do crisântemo. *Revista Ciência Agrônômica*, v.35, n.2, p.302-308. 2004.
- Santos, F. J. de S.; Lima, R. N.; Rodrigues, B. H. N.; Crisostomo, L. A.; Sousa, F. de; Oliveira, J. J. G. Manejo da Irrigação da melancia: Uso do tanque classe "A". Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical: 2004. 13 p. (Circular Técnica, 20).
- Silva, S. M. S. e; Gheyi, H. R.; Beltrão, N. E. de M.; Santos, J. W. dos; Soares, F. A. L. Dotações hídricas em densidades de plantas na cultura da mamoneira cv. BRS Energia. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.4, n.3, p.338-348, 2009.
- Silva, M. de L. O.; Faria, M. A. de; Reis, R. P.; Santana, M. J. de Mattioli, W. Viabilidade técnica e econômica do cultivo de safrinha do girassol irrigado na região de Lavras, *MG Ciência agrotec.*, v. 31, n. 1, p. 200-205, 2007.
- Silva, L. C.; Beltrão, N. E. de M. Incremento de fitomassa e produtividade do amendoazeiro em função de lâmina e intervalos de irrigação *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras*, v.4, n.2, p.111-121, 2000.

- Souza, A. dos S.; Távora, F. J. A. F.; Pitombeira, J. B.; Bezerra, F. M. L. Épocas de plantio e manejo da irrigação para a mamoneira. II – crescimento e produtividade. *Revista Ciência Agronômica*, v.38, n.4, p.422-429, 2007.
- Universidade Federal de Viçosa – UFV. SAEG – Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas. Versão 9.0. Viçosa, MG: UFV, 2005.
- Vidal, M. S.; Carvalho, J. M. F. C.; Meneses, C. H. S. G. Déficit Hídrico: Aspectos Morfofisiológicos. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 19p. (Documentos, 142).
- Vijaya Kumar, P.; Ramakrishna, Y. S.; Ramana Rao, B. V.; Victor, U. S.; Srivastava, N. N.; Subba Rao, A. V. M. Influence of moisture, thermal and photoperiodic regimes on the productivity of castor beans (*Ricinus communis* L.). *Agricultural and Forest Meteorology*, v. 88, n.1-4, p.279-289, 1997.