



EFEITOS DE DIFERENTES ÉPOCAS DE ESTRESSE HÍDRICO SOBRE A CULTURA DA MAMONEIRA

ALAN DINIZ LIMA, THALES VINICIUS DE ARAÚJO VIANA, DANIEL RODRIGUES CAVALCANTE FEITOSA, ALBANISE BARBOSA MARINHO, JEFFERSON GONÇALVES AMÉRICO NOBRE, BENITO MOREIRA DE AZEVEDO

Universidade Federal Do Ceará

RESUMO

Um dos fatores limitantes à expansão da produção agrícola é o déficit hídrico, logo é importante trabalhar maneiras na qual se maximize a utilização das chuvas, objetivando-se minimizar o alto risco da agricultura em áreas de sequeiro. O objetivo do experimento foi analisar o efeito de diferentes épocas de suspensão hídrica sobre a cultura da mamoneira da variedade Al Guarani 2002. O experimento foi conduzido em Fortaleza - CE (03°44'S, 38°33'W, 19,5 m). O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições. A suspensão da irrigação teve a duração de 30 dias nos diferentes tratamentos experimentais, dispostos da seguinte maneira: SS, sem ocorrência de suspensão; S40, suspensão iniciando-se aos 40 dias após a emergência (DAE); S70, suspensão iniciando-se aos 70 DAE; S100, suspensão iniciando-se aos 100 DAE; S130, suspensão iniciando-se aos 130 DAE. O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento. A lâmina de irrigação foi equivalente a 75% da evaporação de água ocorrida em um tanque classe "A" (ECA). Foram avaliadas as seguintes variáveis: número e peso dos frutos, peso de 100 sementes, produtividade dos racemos de 1ª, 2ª e 3ª ordens e produtividade total. Foi realizada a análise de variância para cada variável estudada e quando significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade, aplicou-se o teste de Tukey. A suspensão hídrica de 30 dias a partir dos 70 DAE reduziu significativamente às variáveis: número e peso dos frutos, peso de 100 sementes e produtividade do 3º racemo e total.

Palavras-chave: *Ricinus communis* L., veranico, fatores de produção.

ABSTRACT

One of the factors limiting the expansion of agricultural production is water stress, once work is important in ways which maximize the use of rain, aiming to minimize the risk of farming in areas of irrigation. The experiment aimed to analyze the effect of different times of water suspension on the culture of the castor bean variety Guarani Al 2002. The experiment was conducted in Fortaleza - CE (03 44'S, 38 ° 33'W, 19.5 m). The design was randomized blocks, with four replications. The suspension of irrigation during a period of 30 days in the different experimental treatments, arranged as follows: SS, no occurrence of suspension; S40, with the suspension beginning 40 days after emergence (DAE); S70, suspension starting up to 70 DAE; S100, suspension starting with the 100 DAE; S130, starting with the suspension 130 DAE. The system of drip irrigation was used. The blade of irrigation was equivalent to 75% of the evaporation of water occurred in a tank class "A" (ECA). The following variables were evaluated: number and weight of fruit, weight of 100 seeds, productivity racemes of 1st, 2nd and 3rd orders and productivity. We performed the analysis of variance for each variable studied, and when significant by F test at 5% level of probability was applied the Tukey test. The water suspension of 30 days from 70 DAE reduced the variables: number and weight of fruit, 100 seed weight and yield of 3 and total raceme.

Key words: *Ricinus communis* L, veranico, production factors.

INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma oleaginosa de grande importância econômica e social, cujo óleo é matéria prima para diversos produtos industrializados, como plásticos, fibras sintéticas, esmaltes, resinas, lubrificantes, além de produtos mais elaborados nas indústrias farmacêuticas, de cosméticos e na aeronáutica (FREIRE, 2001).

É uma planta tropical, rústica, heliófila, resistente à seca, que se reveste de grande importância sócio-econômica para o semi-árido brasileiro, por ser de fácil cultivo, apresentar capacidade de produzir satisfatoriamente sob condições de baixa precipitação pluvial e poder gerar ocupação e renda no meio rural para pequenos produtores. Por se tratar de uma planta tolerante à seca e exigente em calor e luminosidade, está disseminada por quase todo o Nordeste, cujas condições climáticas são adequadas ao seu desenvolvimento, sendo o estado da Bahia o maior produtor nacional.

A mamoneira desenvolve-se bem quando cultivada em ambientes com temperatura média variando entre 20 e 30°C, com elevada insolação, requerendo entre 2000 e 3800 unidades de graus-dias, umidade relativa do ar durante a maior parte do ciclo baixa, entre 30% e 60% e precipitação de, no mínimo, 700 mm, bem distribuídos (BELTRÃO et al., 2003). De acordo com Amorim Neto et al. (2001) pluviosidades entre 600 e 700 mm proporcionam rendimentos superiores a 1500 kg ha⁻¹.

No nordeste brasileiro, os estudos sobre os sistemas de produção da cultura ainda são escassos, apesar desta região ser responsável por 80% da produção nacional. Especificamente, tendo como objetivo a produção de óleo, a ricinocultura parece constituir o verdadeiro caminho e vocação para o semi-árido (PARENTE, 2003) por diversas razões, dentre elas: fácil adaptação às condições ecológicas, sendo resistente aos períodos de seca; envolvimento de pequenos agricultores rurais, prestando-se para a agricultura familiar; aproveitamento da torta como adubo orgânico de excelência e, se destoxicada, constitui rica fonte protéica para alimentação animal, etc.

De acordo com Moreira et al. (2003), no Estado do Ceará ocorre o predomínio de cultivos agrícolas em condições de sequeiro, com grande possibilidade de ocorrência de deficiência hídrica durante a estação chuvosa.

Como resultado da deficiência hídrica, as plantas desenvolvem mecanismos de adaptação à seca como: fechamento estomático, ajustamento osmótico, ajustamento da parede celular, produção de folhas menores, redução da área foliar e aumento na densidade e profundidade de raízes. No entanto, o fechamento dos estômatos e a redução da área foliar são mecanismos que limitam a produtividade, uma vez que provocam queda na absorção de CO₂ e na interceptação de luz, respectivamente, podendo resultar em danos no aparelho fotossintético, limitando o processo da fotossíntese como um todo (KANO et al., 1999; NEUMANN, 1995; OLIVEIRA, 1995; BARKER et al., 1993; CHAVES, 1991).

Barros Júnior et al. (2004) analisando o crescimento da mamoneira submetida ao estresse hídrico observou que o déficit hídrico ocasionou um crescimento insignificante, quando as plantas dos tratamentos foram mantidas aos níveis de 40 e 60 % de AD. Já as plantas mantidas com umidade de 80 e 100 % de AD, apresentaram um crescimento acentuado; entretanto, as plantas mantidas na capacidade de campo (100 % AD), apresentaram uma altura média bem superior às de 80 % de AD, com a variedade Nordestina praticamente dobrando a sua altura e a Paraguaçu apresentando um índice 71 % acima, o que evidencia a sensibilidade das cultivares a situação de estresse hídrico a que foram submetidas.

Macedo et al. (2008) avaliando três genótipos de mamona, BRS Energia, CSRN 393 e CSRD 2, quanto a sua tolerância à seca verificou que os genótipos de mamona submetidos a estresse hídrico apresentaram-se tolerantes uma vez que houve redução na produção final de grãos, mas estes se apresentaram de melhor qualidade e ainda mostraram diferenças significativas para número de dias para floração.

Baixas produtividades foram obtidas para o 3º racemo da mamoneira quando o mesmo sofreu a aplicação de diferentes dias de irrigação, em parte isso pode ser explicado pela influência dos fatores de produção, onde se verificou um decréscimo no número de frutos e peso de 100 sementes por ordem dos racemos (MOREIRA, 2007).

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 pela deficiência ou pelo excesso de água no ambiente

edáfico, com conseqüente anoxia ou falta de oxigênio (BELTRÃO et al. 2006).

A maioria das culturas possui períodos críticos quanto à deficiência hídrica durante os quais a falta de água causa sérios decréscimos na produção final. A maneira como o déficit hídrico interfere na planta é bastante complexa, pois afeta praticamente todos os aspectos de crescimento, incluindo modificações anatômicas, morfológicas, fisiológicas e bioquímicas. Os prejuízos causados estão em função direta da sua duração e severidade e do estágio de desenvolvimento da planta (FOLEGATTI et al., 1997).

As perdas em produção variam com a intensidade e a duração do estresse hídrico e dependem do estágio de desenvolvimento da planta (COUTO et al., 1986). Isso faz com que a produção final da cultura possa vir a ser seriamente afetada, devido a perdas de rendimento por estresse e deficiência hídrica nas plantas.

Para tanto, a simulação de um veranico em diferentes épocas é de grande importância para observar o comportamento das culturas. Conhecendo-se a duração dos períodos secos, a irrigação pode ser aplicada de forma a satisfazer as exigências do período e uma economia de água pode ser conseguida (HASHEMI & DECKER, 1969).

Portanto, é evidente que um dos principais fatores limitantes à expansão da produção agrícola é o déficit hídrico, logo é importante trabalhar maneiras na qual se maximize a utilização das chuvas que ocorrem na nossa região objetivando-se minimizar o alto risco da agricultura em áreas de sequeiro, proporcionando soluções que resultem em maior rentabilidade a partir de um planejamento agrícola racional.

Face ao exposto, o objetivo fundamental deste trabalho foi analisar as variáveis de produção da mamoneira variedade IAC Guarani, frente ao efeito de diferentes épocas de suspensão hídrica.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na área experimental da Estação Climatológica do Departamento de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará, localizada no Campus do Pici, Fortaleza, CE, no período de julho de 2007 a janeiro de 2008. A posição geográfica da estação climatológica é: 03°45' S; 38°33' W e 19,5 m.

O clima da região é classificado, segundo Köppen, como Aw', ou seja, tropical chuvoso, muito

quente, com predomínio de chuvas nas estações do verão e do outono. A região apresenta médias anuais de precipitação, temperatura, umidade relativa e evapotranspiração potencial de: 1.523 mm, 26,9 °C, 69% e 1.747 mm, respectivamente (1971 - 2000).

O solo da área é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 2006), de textura franco argilo arenosa.

O trabalho experimental foi iniciado com o preparo do solo, que constou de uma aração e de duas gradagens cruzadas. Um mês antes da semeadura foram abertas as covas espaçadas de 1,0 m x 1,0 m e corrigido o pH do solo com aplicação de 50 g de calcário dolomítico por cova, a uma profundidade de 10 cm. No dia da semeadura, fez-se a adubação de fundação com micronutrientes (15 g de FTE BR-12) e fósforo a 10 cm de profundidade.

A semeadura foi realizada no dia 25 de julho, colocando-se três sementes por cova de mamoneira da variedade IAC Guarani a uma profundidade de 3 a 5 cm. No dia 6 de agosto verificou-se uma emergência de 89% das sementes, caracterizando esta data como o 1º dia após a emergência (1º DAE). No 6º DAE fez-se a operação de replantio e realizou-se aos 20 DAE o desbaste, deixando-se uma planta por cova.

As adubações foram feitas por meio de fertirrigações que foram realizadas semanalmente, sendo o sistema de fertirrigação composto de um cabeçal de controle, contendo uma bomba injetora de fertilizantes (1/4 cv de potência), um manômetro de glicerina e filtro de disco de 120 mesh.

A quantidade de adubo diluída por fertirrigação foi calculada de acordo com o estágio da cultura, a partir da recomendação da análise de solo para o ciclo da cultura (65-70-30 kg ha⁻¹), respectivamente para N, P e K, onde as fontes comerciais utilizadas foram: uréia, o MAP e o cloreto de potássio (branco), respectivamente. A quantidade aplicada por fertirrigação de N, P e K foi a mesma em todas as parcelas até a finalização do experimento. Os tratamentos que estavam sobre o efeito da suspensão da irrigação tinham suas doses de nutrientes acumuladas para posteriormente serem aplicadas quando o período de veranico fosse suspenso. Durante o ciclo da cultura fizeram-se, sempre que necessários, os controles fitossanitários e de plantas daninhas, através de capinas manuais.

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 parcelas. Cada parcela foi constituída por seis plantas, sendo que, as quatro localizadas no centro da parcela foram consideradas as úteis e as duas localizadas nas extremidades, como bordadura, numa área de 6 m² (6,0 m x 1,0 m), totalizando uma área útil experimental de 120 m².

Até o início da aplicação dos veranicos, as irrigações foram diárias, onde todos os tratamentos receberam uma lâmina com base em 75% da evaporação medida no tanque classe "A" instalado ao lado da área experimental.

O experimento foi realizado na estação seca (julho a janeiro), sendo que a suspensão da irrigação em cada tratamento teve a duração de 30 dias nos diferentes tratamentos experimentais, dispostos da seguinte maneira: sem ocorrência de suspensão (SS); suspensão iniciando-se aos 40 DAE (S40); suspensão iniciando-se aos 70 DAE (S70); suspensão iniciando-se aos 100 DAE (S100); suspensão iniciando-se aos 130 DAE (S130). As irrigações foram realizadas diariamente, no período do 1º ao 170º DAG para o tratamento sem suspensão da irrigação (SS). Nos demais tratamentos experimentais, S40; S70; S100; S130; as irrigações foram realizadas durante 140 dias, devido os 30 dias de suspensão hídrica.

O experimento foi irrigado através de um sistema de irrigação localizada por gotejamento tendo um emissor por planta, espaçados entre si de 1,0 m, com vazão por emissor de 3,8 L h⁻¹ a uma pressão de serviço de 1,0 kgf cm⁻².

A colheita foi realizada em uma só etapa, isto é, quando os racemos de 1ª, 2ª e 3ª ordens estavam totalmente secos, já que os frutos da variedade em estudo são indeiscentes e permitem essa forma de colheita.

Foram avaliadas as seguintes variáveis: número de frutos por racemo (NF), peso dos frutos (PF), peso de 100 sementes (P100S), produtividade do racemo (PR) de 1ª, 2ª e 3ª ordens e produtividade total (PTOTAL). De posse dos dados, foi realizada a análise de variância, quando a mesma foi significativa pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade, foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para a realização destas análises, utilizou-se o software "SAEG 9.0 – UFV".

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância mostrou que o número de frutos (NF), o peso dos frutos (PF), o peso de 100 sementes (P100S) e a produtividade (PR) do 1º e do 2º racemos não foram influenciados pelo efeito da suspensão da irrigação em diferentes estádios da cultura, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F (Tabelas 1 e 2). Isto pode ter ocorrido devido as condições climáticas da nossa região contribuir para com a precocidade no que diz respeito a floração dos mesmos, que aconteceu bem antes do que é caracterizado para a variedade, de acordo com o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC).

O número de frutos (NF3), peso dos frutos (PF3), peso de 100 sementes (P100S3) e produtividade (PR3) do 3º racemo e produtividade total (PTOTAL) tiveram efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, quanto à influência da suspensão da irrigação em diferentes estádios da cultura (Tabela 3).

Na Tabela 4 tem-se os valores médios do número de frutos (NF3), peso dos frutos (PF3), peso de 100 sementes (P100S3) e produtividade (PR3) e produtividade total (PTOTAL) em função da suspensão da irrigação nos diferentes estádios da cultura.

A partir do teste de Tukey, verificou-se para o número de frutos do 3º racemo que os tratamentos SS, S40, S100 e S130 não diferiram estatisticamente entre si, havendo diferença apenas com relação ao tratamento S70 (estresse de 30 dias a partir dos 70 DAE). O número médio dos frutos foi de 99,28 frutos com valores mínimos de 25,63 frutos para o tratamento S70 e valores máximos de 144,38 frutos para o tratamento S40 (Figura 1).

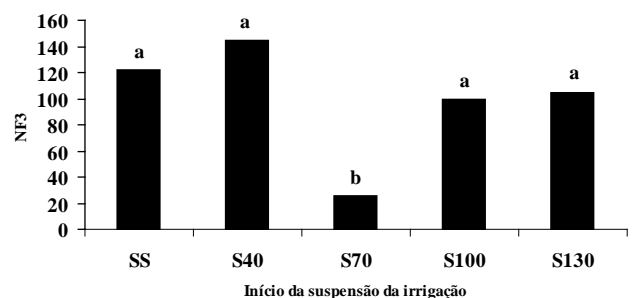


Figura 1 - Representação do teste de médias para o número de frutos do 3º racemo em função da suspensão da irrigação em diferentes estádios da cultura. Fortaleza, CE-2008

Para o peso dos frutos do 3º racemo verificou-se que os tratamentos SS, S40, S100 e S130, não diferiram estatisticamente entre si, havendo diferença apenas com relação ao tratamento S70. O peso médio dos frutos foi de 148,25 g com valores mínimos de 39,38 g para o tratamento S70 e valores máximos de 218,13 g para o tratamento S40 (Figura 2).

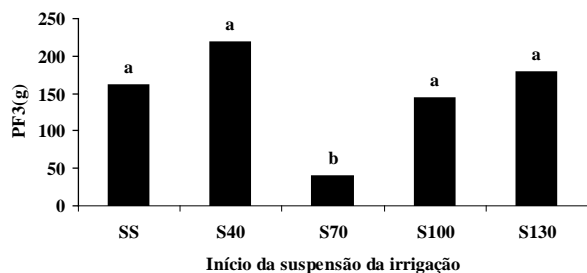


Figura 2 - Representação do teste de médias para o peso dos frutos do 3º racemo em função da suspensão da irrigação em diferentes estádios da cultura. Fortaleza, CE-2008

Com relação ao peso de 100 sementes do 3º racemo verificou-se também que os tratamentos SS, S40, S100 e S130 não diferiram estatisticamente entre si, havendo diferença apenas com relação ao tratamento S70. O peso de 100 sementes médio foi de 31,13 g com valores mínimos de 13,20 g para o tratamento S70 e valores máximos de 38,14 g para o tratamento S130 (Figura 3).

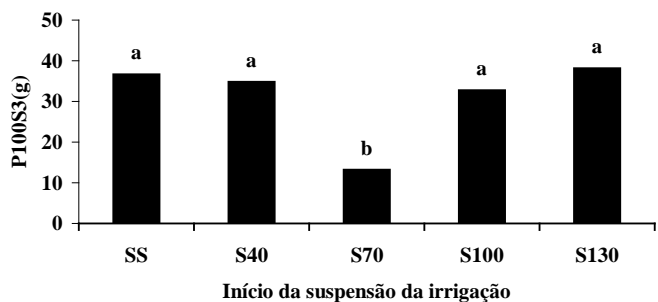


Figura 3 - Representação do teste de médias para o peso de 100 sementes do 3º racemo em função da suspensão da irrigação em diferentes estádios da cultura. Fortaleza, CE-2008

Na produtividade do 3º racemo verificou-se que os tratamentos SS, S40, S100 e S130 não diferiram estatisticamente entre si, havendo diferença apenas com relação ao tratamento S70. A produtividade média foi de 1046,42 kg ha⁻¹ com valores mínimos de 196,72 kg ha⁻¹ para o

tratamento S70 e valores máximos de 1509,48 kg ha⁻¹ para o tratamento S40 (Figura 4).

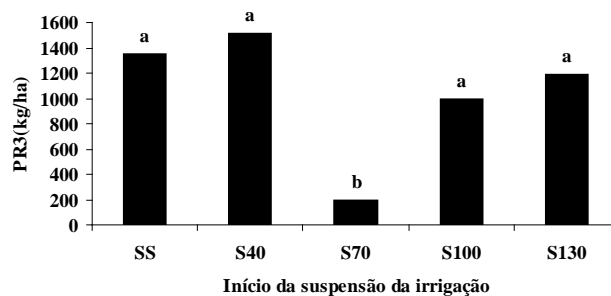


Figura 4 - Representação do teste de médias para produtividade do 3º racemo em função da suspensão da irrigação em diferentes estádios da cultura. Fortaleza, CE-2008

Semelhante à produção do 3º racemo, na produtividade total observou-se que os tratamentos SS, S40, S100 e S130 não diferiram estatisticamente entre si, havendo diferença apenas com relação ao tratamento S70. A produtividade total média foi de 2.958,18 kg ha⁻¹ com valores mínimos de 1.814,97 kg ha⁻¹ para o tratamento S70 e valores máximos de 3.513,42 kg ha⁻¹ para o tratamento S130 (Figura 5).

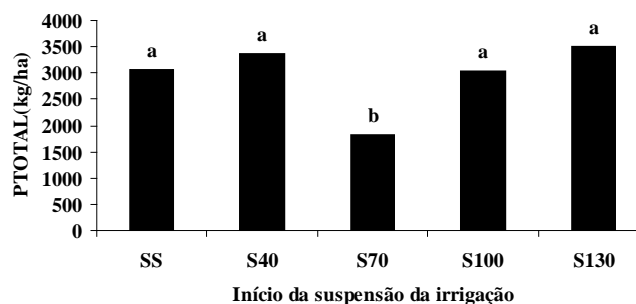


Figura 5 - Representação do teste de médias para produtividade total em função da suspensão da irrigação em diferentes estádios da cultura. Fortaleza, CE-2008

Pode-se observar que, de uma maneira geral, apesar da cultura ter sofrido com o déficit hídrico em diferentes estádios, os tratamentos S40, S100 e S130 ainda apresentaram produtividades satisfatórias. Segundo Amorin Neto et al. (2001), a mamoneira é uma planta adaptada aos mais diversos ambientes, possuindo elevada resistência à seca.

A suspensão hídrica no tratamento S70 atingiu o período em que ocorreu o início da floração do 3º racemo (em torno dos 85 DAE), afetando direta e significativamente as diferentes variáveis analisadas do 3º racemo. Moreira (2007)

encontrou resultados semelhantes para a produtividade do 3º racemo trabalhando com a mesma variedade em estudo com suspensão hídrica. Do mesmo modo, Barros Júnior et al. (2004), trabalhando com estresse hídrico em duas cultivares, BRS Nordestina e BRS Paraguaçu, concluíram que as mesmas sofreram diminuição no número de inflorescências emitidas à medida que o conteúdo de água no solo foi diminuído.

Estes resultados são justificados em parte pelo fato das condições de seca afetar negativamente o uso eficiente de água e radiação solar, inibindo a fotossíntese e a acumulação de matéria seca (CASTRO NETO et al. 1980 e VIJAYA KUMAR et al., 1996).

Segundo Mota (1999), a água constitui fator de máxima importância nas diferentes fases da vida da planta e o consumo é variável e proporcional ao desenvolvimento da cultura, atingindo valor máximo nas fases de floração e frutificação. Conforme Couto et al. (1986), as perdas em produção variam com a intensidade e a duração do estresse hídrico, bem como dependem do estágio de desenvolvimento da planta.

Barros Júnior et al. (2004) trabalhando com as cultivares BRS Nordestina e BRS Paraguaçu, observaram que plantas submetidas aos tratamentos de 40 e 60% de água disponível praticamente paralisam o seu desenvolvimento aos 60 dias após a semeadura.

Macedo et al. (2008) avaliando três genótipos de mamona, BRS Energia, CSRN 393 e CSRD 2, quanto a sua tolerância à seca verificaram que os mesmos mostraram-se sensíveis à escassez de água, mas não houve perda total da produção, corroborando com a tolerância à seca dos genótipos em estudo. Os mesmos autores concluíram que o efeito do estresse hídrico foi significativo para o dia de florescimento em função dos genótipos avaliados.

CONCLUSÕES

A suspensão hídrica de 30 dias a partir dos 70 DAE reduziu significativamente às variáveis: número de frutos, peso dos frutos, peso de 100 sementes e produtividade do 3º racemo e produtividade total.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para as variáveis: número de frutos (NF1), peso dos frutos (PF1), peso de 100 sementes (P100S1) e produtividade (PR1) do 1º racemo em função da suspensão da irrigação nos diferentes estádios da cultura, Fortaleza, CE, 2008

FV	GL	QM (1º Racemo)			
		NF1	PF1	P100S1	PR1
Trat.	4	43123 ^{ns}	1088,79 ^{ns}	1,50 ^{ns}	72665,79 ^{ns}
Bloco	3	85861 ^{ns}	2160,42 ^{ns}	37,23 ^{ns}	189886,0 ^{ns}
Resíduo	12	11,285	420,95	5,97	21676,21
CV (%)		12,19	16,83	6,24	14,30

ns- não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para as variáveis: número de frutos (NF2), peso dos frutos (PF2), peso de 100 sementes (P100S2) e produtividade (PR2) do 2º racemo em função da suspensão da irrigação nos diferentes estádios da cultura, Fortaleza, CE, 2008

FV	GL	QM (2º Racemo)			
		NF2	PF2	P100S2	PR2
Trat.	4	793,01 ^{ns}	2240,29 ^{ns}	17,24 ^{ns}	131112,1 ^{ns}
Bloco	3	580,15 ^{ns}	642,53 ^{ns}	4,92 ^{ns}	72069,74 ^{ns}
Resíduo	12	1351,04	2907,43	27,07	198020,0
CV (%)		13,68	9,71	14,7	11,62

ns - não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMORIM NETO, M. da S.; ARAÚJO, E. de; BELTRÃO, N. E. de M. Clima e solo. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (eds. tec.). O agronegócio da mamona no Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. cap. 5, p. 63-76.
2. BARKER, D.J.; SULLIVAN, C.Y.; MOSER, L.E. Water deficit effects on osmotic potential, cell wall elasticity, and proline in five forage grasses. *Crop Science*, v.85, n.2, p.270-275. 1993.
3. BARROS JÚNIOR, G.; GUERRA, H. O. C.; LACERDA, R. D.; CAVALCANTI, M. L. F. Análise de crescimento da mamoneira submetida ao estresse hídrico. In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. Energia e Sustentabilidade: anais.... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.
4. BARROS JÚNIOR, G.; GUERRA, H. O. C.; LACERDA, R. D.; CAVALCANTI, M. L. F. efeito do estresse hídrico sobre a emissão de inflorescências em duas cultivares de mamona In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. Energia e Sustentabilidade: anais.... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.
5. BELTRÃO, N. E. M. et al. Fisiologia da mamoneira, cultivar BRS-149 Nordestina na fase inicial de crescimento, submetida a estresse hídrico. *Revista Brasileira de Oleaginosas e fibrosas*, Campina Grande: Embrapa Algodão, v. 7, n. 1, p. 659-664. jan-abr. de 2003.
6. BELTRÃO, N. E. de M.; SOUZA, J. G. de; SANTOS J. W. 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 fibrosas*, Campina Grande, v.10, n.1/2, p.977-984, jan./ago, 2006.
7. CASTRO NETO, P.; SEDIYAMA, G. C.; VILELA, E. A. Probabilidade de ocorrência de períodos secos em Lavras, Minas Gerais. *Ciência e Prática*, Lavras, v. 4, n. 1, p. 46 – 55, 1980.
8. CHAVES, M.M. Effects of water deficits on carbon assimilation. *Journal of Experimental Botany*, v.42, n.234, p.1-16, 1991.
9. COUTO, L.; COSTA, E.F.; VIANA, R.T. Avaliação e comportamento de cultivares de milho em diferentes condições de disponibilidade de água no solo. Relatório técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo: 1980-1984. Sete Lagoas, Embrapa-CNPMS, 1986. p.77-78.
10. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 306 p., 2006.
11. FOLEGATTI, M. V; PAZ, V. P. S.; PEREIRA, A. S.; LIBARDI, V. C. M. Efeitos de diferentes níveis de irrigação e de déficit hídrico na produção do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). In: CONGRESSO CHILENO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 2., CHILLÁN. Anais.Chillán, 1997.
12. FREIRE, R. M. M. Ricinoquímica. In: AZEVEDO, D.M.P. de, LIMA, E.F. (Eds). O Agronegócio da mamona no Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 295-335.
13. HASHEMI, F.; DECKER, W. Using climatic information and weather forecast for decisions in economizing irrigation water. *Agricultural Meteorology*, Amsterdam, v.6, p.245-57, 1969.
14. KANO, T.; UOZUMI, S.; MACEDO, M.C.M.et al. Avaliação de quatro espécies de *Brachiaria* submetidas ao estresse hídrico. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., Porto Alegre, 1999. Anais... Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. p.79.
15. MACEDO, F. da C. O.; DANTAS, F. V.; PORTO, M. S.; Milani, M.; Tolerância à seca em genótipos de mamona. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2008 anais...Energia e ricinoquímica. Salvador-CD-ROM, 2008.
16. MOREIRA, L. G.; Avaliação da produtividade da mamoneira sob diferentes números de dias de irrigação 2008, f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal do Ceará, UFC, Fortaleza-CE, 2007.
17. MOREIRA, L. G.; VIANA, T. V. de A.; AZEVEDO, B. M. de ; ANDRADE JUNIOR, A. S. de ; COSTA, S. C. Valores recomendáveis de precipitação pluvial para uso no manejo da irrigação em Russas, CE, *Revista Ciência Agronômica*, Vol. 34, N.2 - 2003: 241 – 245.

18. MOTA, J. H. Efeito do cloreto de potássio via fertirrigação na produção de alface americana em cultivo protegido. 1999. 65f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Faculdade de Agronomia, UFLA, Lavras- MG, 1999.

19. NEUMANN, P.M. The role of wall adjustment in plant resistance to water deficits. *Crop Science*, v.35, n.5, p.1258-1266, 1995.

20. OLIVEIRA, J.G. Acompanhamento da fotossíntese líquida e da cinética de emissão de fluorescência da clorofila a de plantas de café (*Coffea arabica* L.) submetidas a um ciclo de suspensão e restabelecimento da irrigação. 1995. 55 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa MG, 1995.

21. PARENTE, E. J. de S. Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado. Disponível em: <<http://www.tecbio.com.br/Downloads/Livro%20Biodiesel.pdf>>. Acesso em: 15/07/2005.

22. POPOVA, G.M.; MOSHKIN, V.A. Botanical classification. In: MOSHKIN, V.A. (ed.). *Castor*. NewDelhi: Amerind, 1986. p. 11-27.

23. VIJAYA KUMAR, P. et al. Radiation and water use efficiencies of rainfed castor beans (*Ricinus communis* L.) in relation to different weather parameters. *Agricultural and Forest Meteorology*, Hyderabad: Elsevier, v. 81, p. 241-253, 1996. Disponível em: <<http://www.scirus.com>>. Acesso em: 22 de abr. 2006.