

ANTONIO JERONIMO DE ALMEIDA NETO

**CRESCIMENTO, FISIOLOGIA E PRODUÇÃO DE
MAMONA SUBMETIDA A DIFERENTES LÂMINAS DE
IRRIGAÇÃO E ESPAÇAMENTOS NAS CONDIÇÕES DA
CHAPADA DO APODI.**

MOSSORÓ-RN

2009

ANTONIO JERONIMO DE ALMEIDA NETO

**CRESCIMENTO, FISIOLOGIA E PRODUÇÃO DE
MAMONA SUBMETIDA A DIFERENTES LÂMINAS DE
IRRIGAÇÃO E ESPAÇAMENTOS NAS CONDIÇÕES DA
CHAPADA DO APODI.**

Tese apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido, como
parte das exigências para obtenção do
título de Doutor em Agronomia:
Fitotecnia

ORIENTADOR:

Prof. Dr. JOSÉ FRANCISMAR DE MEDEIROS

MOSSORÓ-RN

2009

**Ficha catalográfica preparada pelo setor de classificação e
catalogação da Biblioteca “Orlando Teixeira” da UFERSA**

A447c Almeida Neto, Antonio Jerônimo de.
Crescimento, fisiologia e produção de mamona submetida
a diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos nas
condições da Chapada do Apodi. / Antonio Jerônimo de
Almeida Neto. -- Mossoró, 2009.
107f.: il.

Tese (Doutorado em Fitotecnia - Área de concentração
Agricultura Tropical) – Universidade Federal Rural do Semi-
Árido. Pró-Reitoria de Pós-Graduação.
Orientador: Prof. D.Sc. José Francimar de Medeiros.

1. *Ricinus communis* L. 2. Espaçamento. 3. Irrigação.
I. Título.

CDD: 633.85

Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB/15 120

ANTONIO JERONIMO DE ALMEIDA NETO

**CRESCIMENTO, FISIOLOGIA E PRODUÇÃO DE
MAMONA SUBMETIDA A DIFERENTES LÂMINAS DE
IRRIGAÇÃO E ESPAÇAMENTOS NAS CONDIÇÕES DA
CHAPADA DO APODI.**

Tese apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido, como
parte das exigências para obtenção do
título de Doutor em Agronomia:
Fitotecnia

APROVADA EM: ____/____/____

Prof. Dr. José Francismar de Medeiros – UFERSA
Orientador

Prof. Dr. Francisco de Queiroz Porto Filho – UFERSA
Conselheiro

Prof. Dr. Jéferson Luiz Dallabona Dombroski – UFERSA
Conselheiro

Dr. José Renato Cortez Bezerra - Embrapa Algodão
Conselheiro

Ph.D. João Licinio Nunes de Pinho – Instituto CENTEC
Conselheiro

À minha Mãe (Silvandete) e meu pai (Francisco) que logo cedo na vida perderam os pais, moraram em casas alheias para estudar e com muito amor, sacrifício, dedicação e renúncias conseguiram me dar estudo!

Dedico

À minha filha Victória Jerônimo da Silva Gomes Almeida, a Janaina da Silva Gomes, a Francisca Alves, Damiano e a Joceli Noronha por todo apoio dado durante o curso.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

A Deus que sempre esteve comigo, não me deixando temer, muitas vezes me carregando nos braços!

A Maria, mãe de Jesus, que me guardou e defendeu como filho e propriedade sua!

A Santo Antônio, que intercedeu por mim para que esta graça fosse alcançada!

Ao Instituto CENTEC, que proporcionou meu crescimento como profissional, possibilitando o ingresso neste curso.

Ao CNPq e à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) por tornarem possível meu ingresso neste curso e pelo financiamento do projeto de pesquisa cuja tese foi nele inserida.

Ao professor Afonso Odério, que me concedeu a liberação para doutorado; ao professor Raimundo Gomes, que, enquanto diretor, tudo tornou possível para o desenvolvimento das minhas atividades, e ao professor José Façanha Gadelha, que sempre me apoiou nos momentos mais difíceis do curso.

Ao Prof. José Francismar de Medeiros pela valiosa dedicação, orientação, paciência e pelo apoio recebido.

Aos professores Porto Filho, Jéferson Dombroski, Professor Licínio Nunes e Dr. José Renato pelo apoio durante o experimento e por fazerem parte da banca examinadora.

Aos professores Ph.D. Manoel Abílio de Queiróz, D.Sc. Ricardo Ness e José Francismar, por terem acreditado em mim concedendo-me as cartas de apresentação.

A todos os amigos do Instituto CENTEC que sempre me apoiaram durante essa difícil jornada.

Ao meu primo Fabrício Alex por ter me recebido no III Congresso Brasileiro de Mamona em Salvador.

Aos funcionários da Unidade Experimental de Pesquisa e Extensão (UEPE/CENTEC/IFCE – Conceição, Enilson, Valdir, Assis, Dedé, Toinho, Sr. José, Josemar, Francisco, Rozana, Abraão e Jurandir) pela ajuda na implantação e condução do experimento.

Ao Flabênio, pela incansável dedicação, cuidado e carinho com o experimento em Mossoró.

Ao companheiro e professor Paulo Roberto pela intensa dedicação durante a condução do experimento em Limoeiro.

Ao professor Luiz Alberto, Telma e equipe da Eletrovale pelo suporte durante o experimento.

Aos funcionários do NIT de Limoeiro do Norte, pelo apoio durante o estudo e redação da tese.

Aos meus vizinhos da rua Joaquim Nabuco, pela ajuda, favores, atenção e respeito.

Aos amigos, Gustavo Madeiro e Silva, Cristina Elvina de Carvalho, Lizete Apolinário, Arlete Freire e Eliete Freire, por toda a amizade e consideração, mesmo eu estando longe e ausente de Petrolina.

Aos amigos Maria José Torres Câmara (Keké), Damiana Medeiros, Maria Lucilene de Souza Lima (*in memoriam*), Paulo Sérgio, Allison, Gilcimar, Marcos (UERN), Braulio e Isaias Porfirio “amigos de tantos cominhos e tantas jornadas”! Em todos os momentos eu sabia que podia contar com vocês!

Aos colegas Cicero, Wesley, Alcione, Thiago Mesquita, Paulo Sergio, Alison pela ajuda durante a condução do experimento.

À secretária do curso da Pós-Graduação (UFERSA), Socorro Amorim e ao amigo Paulo Linhares pela atenção e apoio.

Aos amigos companheiros de sala no CENTEC Raimundo Ivan Remígio e Roberto Nunes Maia pelo grande apoio durante a convivência na sala de trabalho.

Aos amigos do Coral Sol Nascente, de Limoeiro do Norte-CE, pelo companheirismo nesta jornada.

A minha nutricionista Cibelle Katiúcia pelas orientações na alimentação, me dando combustível para suportar este grande desafio.

Ao *cheio de moral* “Silva Filho” pelo incentivo durante o curso.

A todas as pessoas que conheci nos momentos alegres ou tristes e que contribuíram direta ou indiretamente para realização deste trabalho.

Muito Obrigado!

RESUMO

ALMEIDA NETO, Antonio Jeronimo de. **Crescimento, fisiologia e produção de mamona submetida a diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos nas condições da chapada do Apodi.** 2009. 107f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2009.

A mamoneira é uma oleaginosa de destacada importância no Brasil e no mundo, além da vasta aplicação na indústria química, apresenta tolerância à seca, tornando-se uma cultura viável para a região semi-árida do Brasil, onde há poucas alternativas agrícolas. Os agropolos Mossoró-Assu e Baixo Jaguaribe, durante o período das chuvas, ficam com sistema de irrigação localizado ocioso que poderia ser utilizado na produção de mamona. Dentro deste contexto objetivou-se neste trabalho avaliar os aspectos de crescimento, fisiologia e de produção de plantas de mamona submetidas a diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos de plantio, nos municípios de Mossoró-RN e Limoeiro do Norte-CE, respectivamente nos períodos de 09/2007 a 01/2008 e 08/2008 a 01/2009, utilizando a cultivar “BRS ENERGIA”. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, no esquema de parcelas subdivididas (5 x 2), com quatro repetições. Nas parcelas foram aplicadas as lâminas de irrigação [L1 = 60%; L2 = 80%; L3 = 100%; L4 = 120% e L5 = 140% da evapotranspiração da cultura (ETc)] e nas subparcelas os espaçamentos de plantio em fileira dupla (1,50m x 0,30m x 0,30m e 1,50m x 0,30m x 0,40m). As parcelas apresentavam duas fileiras duplas de 18 m de comprimento, divididas em duas subparcelas (espaçamentos de plantio) de 9 m cada. As densidades de plantio não exerceram influência sobre as variáveis de crescimento. As lâminas de irrigação foram significativas para altura de planta apenas na 5ª e 13ª semana de Limoeiro do Norte-CE. Para o fator de cobertura foi verificado efeito da lâmina de irrigação na 5ª semana em Mossoró-RN e 13ª semana de Limoeiro do Norte-CE. As condições ambientais afetaram o crescimento das plantas de mamona. A fotossíntese e a condutância estomática dois experimentos e a transpiração em Limoeiro do Norte diminuíram com a redução na lâmina de irrigação. A lâmina de 685 mm condicionou o maior rendimento do total de plantas da mamoneira BRS Energia. As densidades de plantio exerceram influência sobre a produção de frutos e grãos nas condições de Limoeiro do Norte-CE. A produção de frutos e grãos diminuíram com a redução na lâmina de irrigação. O peso médio de um grão não foi influenciado pelas densidades de plantio e nem pela redução das lâminas de irrigação. A eficiência do uso da água decresceu com o incremento na lâmina aplicada.

Palavras-chave: *Ricinus communis L.*, espaçamento e irrigação.

ABSTRACT

ALMEIDA NETO, Antonio Jeronimo de. **Growing, fisiology and production of castor bean submitted to different irrigation water depths and spacings under the conditions of chapada do Apodi.** 2009. 107f. Thesis (Doctorate in Agronomy: Fitotecny) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2009.

Castor oil tree is an oleaginous plant which is outstandingly important both in Brazil and in the whole world. Besides its vast utilization in chemical industry, it shows tolerance to the drought, turning out to be a feasible crop in the semi-arid region of Brazil. The agropoles from Mossoró-Assu and Baixo Jaguaribe, during the rainy season period, keep their aspersion irrigation system inoperative, which could be used in the castor seed production. Within this context this work aimed to evaluate the aspects of growing, fisiology, and the production of castor oil plants when submitted to different water depths of irrigation and crop spacings in Mossoró-RN and Limoeiro do Norte-CE, respectively, from the period 09/2007 until 01/2008 and from 08/2008 until 01/2009, using the cultivar "BRS ENERGIA". The experimental design chosen was random blocks (RB) within the split plot designs (5 x 2), with four repetitions. The water depths irrigation applied in the plots were L1 = 60%; L2 = 80%; L3 = 100%; L4 = 120% e L5 = 140% of evapotranspiration of the crop (ETc) and in the split plots the crop spacings chosen in double row were (1,50m x 0,30m x 0,30m e 1,50m x 0,30m x 0,40m). The plots showed two double rows measuring 18 meters, divided in two split plots (crop spacing) each measuring 9 meters. The planting densities did not have any influence over the variables of growing. The irrigation water depths were meaningful to the plant height only in the 5th and 13th week in Limoeiro do Norte-CE. As for the cover factor the effect of irrigation water depth was detected in the 5th week in Mossoró-RN and 13th week in Limoeiro do Norte-CE. The environmental conditions affected the growth of the castor bean plants. Photosynthesis and stomatal conductance of both experiments and transpiration in Limoeiro do Norte decreased with the reduction of the irrigation water depth. The water depth of 685mm conditioned the biggest yield from the total of castor oil plants BRS Energia. The planting densities had influence over the production of fruits and grains under the conditions of Limoeiro do Norte-CE. The production of fruits and grains decreased with the reduction of the irrigation water depths. The efficiency of the water use decrease with the the increment of irrigation depth applied.

Key words: *Ricinus communis* L., spacing and irrigation.

LISTA DE TABELAS

TABELA 01	Lâminas de irrigação aplicadas por tratamento em diferentes períodos de desenvolvimento da mamoneira. Mossoró, RN, 2007-2008.....	36
TABELA 02	Lâminas de irrigação aplicadas por tratamento em diferentes períodos de desenvolvimento da mamoneira. Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009.....	37
TABELA 03	Características físico-hídricas e químicas do solo da área experimental para a camada 0-20 cm. Mossoró, RN, 2007.....	38
TABELA 04	Características físico-hídricas e químicas do solo da área experimental para a camada 0-20 cm. Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009.....	39
TABELA 05	Estatística F e médias para os dados de altura de planta da mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos de plantio. Mossoró-RN, 2007-2008.....	43
TABELA 06	Estatística F para os dados de altura de plantas da mamoneira, durante as 7 semanas sob diferentes densidades de plantio e lâminas de irrigação. Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009.....	44
TABELA 07	TABELA 07 - Estatística F e médias para os dados de fator de cobertura da mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e densidades de plantio. Mossoró-RN, 2008.....	47
TABELA 08	Estatística F e médias para os dados de fator de cobertura de plantas da mamoneira, durante as 7 semanas sob diferentes densidades de plantio e lâminas de irrigação. Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009.....	48

TABELA 09	Comparação das médias pelo teste de Tukey dos dados de fator de cobertura de plantas da mamoneira para desdobramento da interação entre espaçamentos e lâminas de irrigação, na 9ª semana após o plantio. Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009.....	48
TABELA 10	Estatística F e médias das variáveis fisiológicas da mamoneira: Taxa de fotossíntese (T.F), Condutância Estomática (C.E.), Concentração Intercelular de CO ₂ (C.I) e Transpiração aos 50 dias sob diferentes lâminas de irrigação e densidades de plantio. Mossoró-RN. 2007-2008.....	54
TABELA 11	Estatística F e médias das variáveis fisiológicas da mamoneira: Taxa de fotossíntese (T.F), Condutância Estomática (C.E.), Concentração Intercelular de CO ₂ (C.I) e Transpiração aos 50 dias sob diferentes lâminas de irrigação e densidades de plantio. Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009.	57
TABELA 12	Estatística F e médias para os dados de Produtividade Total de Bagas (PTB), Produtividade Total de Grãos (PRTGR) e Peso Médio de um Grão (PMG) de planta da mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos de plantio. Mossoró-RN, 2007-2008.....	75
TABELA 13	Estatística F e médias para os dados de Produtividade Total de Bagas (PTB), Produtividade Total de Grãos (PRTGR) e Peso Médio de um Grão (PMG) da mamoneira sob diferentes densidades de plantio e lâminas de irrigação. Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009.....	78

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01	Kc da cultura de acordo com os dias de plantio no município de Mossoró,RN, de setembro/2007 a janeiro/2008.....	35
FIGURA 02	Kc da cultura de acordo com os dias de plantio no município de Limoeiro do Norte, CE, de agosto/2008 a janeiro/2009.....	36
FIGURA 03	Altura de planta (cm) a partir da 5ª Semana após o plantio, para os experimentos de Mossoró,RN, 2007-2008 e Limoeiro do Norte-CE, 2008-2009.....	43
FIGURA 04	Altura de planta (cm) a partir da 5ª semana após o plantio, de acordo com as lâminas de irrigação, Limoeiro do Norte-CE, 2008-2009.....	44
FIGURA 05	Altura de planta (cm) durante a 5ª Semana após o plantio, em função das lâminas de irrigação aplicadas, Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009.....	45
FIGURA 06	Altura de planta (cm) durante a 13ª Semana após o plantio, em função das lâminas de irrigação aplicadas, Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009.....	45

FIGURA 07	Interação entre espaçamentos e lâminas de irrigação, na 8ª semana após o plantio, nas condições de Limoeiro do Norte-CE.....	49
FIGURA 08	Interação entre espaçamentos e lâminas de irrigação, na 9ª semana após o plantio, nas condições de Limoeiro do Norte-CE.....	49
FIGURA 09	Fator de cobertura durante a 5ª Semana após o plantio, de acordo com as lâminas de irrigação, Mossoró,RN, 2007-2008.....	50
FIGURA 10	Fator de cobertura durante a 13ª Semana após o plantio, de acordo com as lâminas de irrigação, Limoeiro do Norte-CE, 2008-2009.....	50
FIGURA 11	Fator de cobertura (%) a partir da 5ª semana após o plantio, de acordo com as lâminas de irrigação, Mossoró-RN, 2007-2008.....	51
FIGURA 12	Fator de cobertura a partir da 5ª semana após o plantio, de acordo com as lâminas de irrigação, Limoeiro do Norte-CE, 2008-2009.....	52
FIGURA 13	Taxa de fotossíntese em função de cinco níveis de irrigação, Mossoró, RN, 2007-2008.....	55

FIGURA 14	Condutância estomática em função de cinco níveis de irrigação, Mossoró, RN, 2007-2008.....	55
FIGURA 15	Concentração intercelular de CO ₂ em função de cinco níveis de irrigação, Mossoró, RN, 2007-2008.....	56
FIGURA 16	Transpiração em função de cinco níveis de irrigação, Mossoró, RN, 2007-2008.....	56
FIGURA 17	Interação dos valores de transpiração de plantas da mamoneira aos 50 dias em função das lâminas de irrigação, Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009.....	58
FIGURA 18	Taxa de fotossíntese em função de cinco níveis de irrigação, Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009.....	59
FIGURA 19	Condutância estomática de mamona em função de cinco níveis de irrigação, Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009..	60
FIGURA 20	Transpiração de mamona em função de cinco níveis de irrigação, Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009.....	60

FIGURA 21	Concentração intercelular de mamona em função de cinco níveis de irrigação, Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009.....	61
FIGURA 22	Produtividade total de bagas de mamona em função da lâmina de irrigação. Mossoró-RN, 2007-2008.....	76
FIGURA 23	Produtividade total de grãos de mamona em função da lâmina de irrigação. Mossoró-RN, 2008-2009.....	76
FIGURA 24	Peso médio de um grão de mamona em função da lâmina de irrigação. Mossoró-RN, 2007-2008.....	77
FIGURA 25	Produtividade Total de Bagas de mamona em função da lâmina de irrigação. Limoeiro do Norte,CE, 2008-2009.....	79
FIGURA 26	Produtividade de Total de Grãos de mamona em função da lâmina de irrigação. Limoeiro do Norte,CE, 2008-2009.....	80

FIGURA 27	Peso médio de um grão de mamona em função da lâmina de irrigação. Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009.....	80
FIGURA 28	Análise conjunta da produção de frutos nos dois experimentos, Mossoró, RN, 2007 a 2008 e Limoeiro do Norte-CE, 2008 a 2009.....	81
FIGURA 29	Análise conjunta da produção de grãos nos dois experimentos, Mossoró, RN, 2007 a 2008 e Limoeiro do Norte-CE, 2008 a 2009.....	82
FIGURA 30	Produção absoluta de mamona em Mossoró,RN, 2007 a 2008 e Limoeiro do Norte,CE, 2008 a 2009.	83
FIGURA 31	Eficiência absoluta de uso de água de acordo com as lâminas de irrigação, nos municípios de Mossoró, RN, 2007 a 2008 e Limoeiro do Norte, CE, 2008 a 2009.....	84
FIGURA 32	Eficiência relativa do uso de água de acordo com as lâminas de irrigação, nos municípios de Mossoró, RN, 2007 a 2008 e com a produção total de Limoeiro do Norte, CE, 2008 a 2009.....	86

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO GERAL E REVISÃO DE LITERATURA.....	19
1.1 INTRODUÇÃO GERAL.....	20
1.2 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DA MAMONA.....	21
REFERÊNCIAS.....	25
CAPÍTULO 2 - CRESCIMENTO E COMPORTAMENTO FISIOLÓGICO DE MAMONA CULTIVAR ‘BRS ENERGIA’ SUBMETIDA A DIFERENTES ESPAÇAMENTOS E LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NAS CONDIÇÕES DA CHAPADA DO APODI.	28
2.1 RESUMO.....	29
2.2 ABSTRACT.....	30
2.3 INTRODUÇÃO.....	31
2.4 MATERIAL E MÉTODOS.....	34
2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
2.5.1 Atura de Planta.....	41
2.5.2 Fator de cobertura.....	46
2.5.3 Comportamento fisiológico.....	53
2.6 CONCLUSÕES.....	62
REFERÊNCIAS.....	63
CAPÍTULO 3 - PRODUÇÃO DE MAMONA CULTIVAR ‘BRS ENERGIA’ SUBMETIDA A DIFERENTES ESPAÇAMENTOS E LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NAS CONDIÇÕES DA CHAPADA DO APODI.....	67
3.1 RESUMO.....	68

3.2	ABSTRACT.....	69
3.3	INTRODUÇÃO.....	70
3.4	MATERIAL E MÉTODOS.....	72
3.5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	74
3.6	CONCLUSÕES.....	86
	REFERÊNCIAS.....	87
	CAPÍTULO 4 - APÊNDICE.....	89

CAPÍTULO 1
INTRODUÇÃO GERAL E REVISÃO DE LITERATURA

1.1 INTRODUÇÃO GERAL

Oleaginosas são vegetais cujas sementes possuem óleos que podem ser extraídos através de processos mecânicos, físicos ou químicos, e entre as culturas mais citadas, com experiências realizadas, está o dendê, coco, babaçu, girassol, canola, mamona, amendoim, soja, algodão e pinhão manso (MOURAD, 2006).

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma oleaginosa de destacada importância social e econômica no Brasil e no mundo. Seu óleo é utilizado como uma matéria prima de aplicações únicas na indústria química devido a características peculiares de sua molécula que lhe fazem o único óleo vegetal naturalmente hidroxilado, além de uma composição com predominância de um único ácido graxo, ricinoléico, o qual lhe confere as propriedades químicas atípicas. Essa cultura também é importante devido à sua adaptação à seca, tornando-se uma cultura viável para a região semi-árida do Brasil, onde há poucas alternativas agrícolas. No entanto, essa cultura não é exclusiva dessa Região, sendo também plantada com excelentes resultados em diversas regiões do País (EMBRAPA ALGODÃO, 2007).

A produção mundial de mamona no ano de 2005 foi de 1.383.812 Mg ha⁻¹ e tem como principais produtores a Índia, China, Brasil, Etiópia e Paraguai com 870.000; 268.000; 176.763; 15.000 e 11.500 Mg ha⁻¹, respectivamente. Em relação à área plantada, a Índia, a China, o Brasil, a Etiópia e o Paraguai têm 800.000, 270.000, 214.751, 14.500 e 10.000 ha, respectivamente. A Índia e a China, que são os principais produtores de mamona em baga, respondem por 76 % da área colhida e 82 % da quantidade produzida mundialmente (EMBRAPA ALGODÃO, 2007). Nas safras de 2004 e 2005, apesar da recuperação observada, o Brasil foi responsável por apenas 11 % e 13 % do montante produzido respectivamente, ocupando a terceira posição (SANTOS; KOURI, 2006). Ainda em relação à produção nacional, no ano de 2005, o estado da Bahia apresentou a maior produção (132.324 Mg ha⁻¹), seguida pelos estados do Piauí, Ceará, Pernambuco e Minas Gerais, que apresentaram a produção de 5.175,

9.765, 4.270 e 5.865, com uma área plantada de 188.777, 11.398, 14.050, 9.500, 3.605 ha⁻¹, respectivamente (IBGE, 2007).

O biodiesel no Brasil é uma grande solução energética de combate à poluição e de substituição de importação do diesel. Em países como a Alemanha, a França e os Estados Unidos, o biodiesel também já é uma realidade (HOLANDA, 2004).

1.2 ASPECTOS GERAIS DA CULTURA DA MAMONA

No Nordeste brasileiro, a agricultura desempenha um importante papel na economia regional. No entanto, as adversidades climáticas, aliadas às práticas agrícolas ultrapassadas, tornam essa atividade basicamente uma atividade de subsistência. Considerando que a agricultura irrigada apresenta-se como uma grande alternativa para esta região, faz-se necessário que os recursos hídricos disponíveis sejam utilizados de maneira racional. Para tanto, a utilização de técnicas de manejo da água, do solo e do sistema de cultivo são imprescindíveis (SILVA, 1994).

As pesquisas sobre irrigação contam com diversas técnicas fornecedoras de informações sobre o conjunto solo-planta-clima-atmosfera, tais como a evapotranspiração, fornecendo informações da quantidade de água consumida pelas plantas, apresentando dados para o manejo da água e para o dimensionamento dos sistemas de irrigação, tendo a FAO, nas últimas décadas, reiteradamente recomendado a realização de pesquisas locais para determinar a demanda hídrica das culturas, principalmente para estimar e medir a evapotranspiração, pois a escolha de determinado método de determinação deve ser procedida por uma calibração local (CURI; CAMPELO JÚNIOR 2004). Quando se trata de fileira dupla, ao realizar medidas climáticas para cálculo da ET_c, devem-se também considerar os coeficientes da cultura (k_c) e o coeficiente de redução de evaporação (k_r), pois este ajusta a área da

evapotranspiração às condições reais de campo, assim como representa a porcentagem coberta pela fileira (AZEVEDO; BELTRÃO 2007).

O uso de óleo de mamona para a produção de biodiesel, um sucedâneo do diesel, é uma das alternativas brasileiras de combustíveis e de redução da emissão de poluentes e gases de “Efeito Estufa” na atmosfera. A criação dessa demanda para o óleo de mamona proporcionará o aumento das áreas agrícolas exploradas com a cultura, gerando milhares de postos de trabalho diretos e indiretos (BELTRÃO et al., 2004).

Para Beltrão et al. (2001) a mamona requer clima tropical, com temperatura média do ar entre 20 e 30 °C, altitude entre 300 a 1500 m e precipitação pluvial de pelo menos 500 mm no ciclo da cultura para produzir entre 1,0 a 1,5 Mg ha⁻¹ de baga em regime de sequeiro, para as cultivares de ciclo médio de 230 dias, disponíveis na atualidade, como a BRS 149 Nordestina e a BRS 188 Paraguaçu, desenvolvidas pela EMBRAPA.

A BRS Energia tem porte baixo, em torno de 1,40m, ciclo entre 120 e 150 dias, caule verde com cera, cachos cônicos com tamanho médio de 60 cm, frutos verdes com cera e indeiscentes. As sementes pesam entre 0,40 g e 0,53 g com as cores marrom e bege, contendo 48 % de óleo. A produtividade média experimental foi de 1.500 kg ha⁻¹, em regime de sequeiro e deve ser plantada em espaçamentos de 1x1m (EMBRAPA ALGODÃO, 2007)

A mamoneira é explorada no Brasil em dois sistemas distintos de cultivo: isolado e consorciado. O primeiro é mais utilizado por grandes produtores, os quais utilizam materiais de porte anão e com frutos indeiscentes, enquanto o consórcio é típico do semi-árido nordestino onde predomina o uso de cultivares de portes médio e alto. Em sistemas de cultivo mecanizado, com variedades de porte baixo e precoce, o cultivo solteiro é feito em combinações de espaçamentos e densidades de semeadura com populações de plantas variando de aproximadamente 9 mil plantas ha⁻¹ a 15 mil plantas ha⁻¹ (AZEVEDO; GONDIM, 2007).

A definição da população de plantas é um passo importante, pois não envolve custos significativos, mas tem grande efeito sobre a produtividade. A população é definida pelo espaçamento entre linhas e distância de plantas dentro da linha, também chamada de densidade de plantio. Em cultivares de porte médio, a distância entre as plantas geralmente recomendada é de 1 metro, mas o espaçamento pode variar entre 2 e 4 metros entre linhas, dependendo da fertilidade do solo, quantidade de chuva esperada e intenção de consorciação com outras culturas. Um dos principais fatores para essa definição é a quantidade de água, pois em locais com baixa pluviosidade deve-se permitir maior distância entre as plantas para diminuir a concorrência, enquanto em locais mais chuvosos ou sob irrigação o espaçamento pode ser mais estreito. Em solos muito férteis ou que receberam adubação, as plantas tendem a crescer mais e nessa condição o espaçamento muito estreito pode provocar o estiolamento das plantas. Para realização de cultivo consorciado, deve-se permitir espaçamento de pelo menos 3 metros entre linhas, para que haja espaço para crescimento da outra cultura, podendo ser de até 4 metros caso se deseje priorizar a produção da cultura consorciada. No caso de plantio mecanizado, o espaçamento muitas vezes é definido pela regulagem das máquinas usadas para o plantio também de outras culturas ou em distância que permita o aproveitamento da colheitadora (EMBRAPA ALGODÃO, 2007).

Gondim et al. (2004), avaliando o comportamento e produtividade dos materiais CSRN-2 e CSRN-142 em condições irrigadas e sob adensamento populacional variando entre 16 mil e 45 mil plantas ha^{-1} , utilizando três espaçamentos (0,60 m, 0,83 m e 1,05 m) e três densidades (0,37 m, 0,48 m e 0,60 m), verificou que o genótipo CSRN-142 proporcionou produtividade máxima de 3.494 kg ha^{-1} em cultivo irrigado, plantado na configuração de 0,6 m x 0,37 m, com altura de 1,31 m em média e produziu 3,3 cachos por planta. O genótipo CSRN-2 obteve produtividade máxima de 1.719 kg ha^{-1} em cultivo irrigado, plantado na configuração de 0,83 x 0,6 m. Sua altura foi de 0,79 m em média e produziu 2,3 cachos por planta. Embora não tenha sido

detectado efeito significativo, o adensamento apresentou tendência de aumento de produtividade, aumento de altura (no genótipo de porte médio) e diminuição no número de cachos por planta.

Monteiro et al. (2006), avaliando o crescimento vegetativo de plantas de mamona e analisando o tempo de fechamento entre ruas da cultura submetida a diferentes espaçamentos, verificou que não houve diferença no crescimento horizontal das mamoneiras para os diferentes espaçamentos e densidades de plantio utilizados. Estes autores ressaltam que pode-se notar que o crescimento horizontal da cultura é lento, e o fato de apresentar ciclo longo sugere a utilização do espaço vazio inicial com outras culturas de menor ciclo.

A altitude ideal para o cultivo da mamona está no intervalo entre 300 metros e 1.500 metros acima do nível do mar, devido ao fato de esta influenciar no rendimento industrial das sementes, pois é favorecida pelo orvalho e pela temperatura noturna em torno de 20° C. No litoral do Nordeste, onde as temperaturas noturnas atingem 30° C, as plantas aumentam a respiração oxidativa mitocondrial, reduzem a fotossíntese líquida, o crescimento, o número de frutos nos cachos, elevam o número de flores masculinas e promovem maior taxa de aborto das flores femininas (AZEVEDO; BELTRÃO 2007).

Os municípios de Mossoró-RN e Limoeiro do Norte-CE, por apresentarem umidade relativa do ar de 67%, temperatura média do ar em torno de 27° C, precipitação pluvial média de 778 mm e altitude de 18 metros e 135 metros respectivamente, não atenderiam às exigências climáticas recomendadas pela EMBRAPA para a cultura da mamona, por estarem abaixo dos 300 metros recomendados. No entanto, devido à ocorrência espontânea da mamoneira em diversas regiões litorâneas do Brasil, assim como em regiões de altitude inferior a 300 metros, acredita-se que é possível selecionar material genético produtivo nessa região.

Os estados do Rio Grande do Norte e Ceará responderam em 2006 a aproximadamente 82% da produção nacional de melão (*Cucumis melo* L.) (IBGE, 2008). Contudo no agropolo Mossoró-Assu e Baixo Jaguaribe durante o período das

chuvas, período em que não se planta o melão, o sistema de irrigação localizada fica ocioso, e poderia ser utilizado na produção de mamona utilizando-a na rotação de cultura.

Destaca-se também uma irregularidade anual onde se encontram anos com pluviosidade bem inferior à média, como 1958 (apenas 177,2 mm), e anos muito chuvosos, como 1985 (1.933,6 mm), com desvio pluviométrico médio anual na região na faixa de 35 a 40%, em relação à normal (FIERN, 2007). Essa variação provoca incerteza na produção da mamona e apresenta a irrigação como alternativa para a produção dessa oleaginosa no Semi-Árido, viabilizando economicamente a produção. Dessa forma, existe a necessidade da introdução de novas cultivares/genótipos de ciclo curto, melhor adaptadas ao regime de irrigação e às condições climáticas da região da Chapada do Apodi. Dentro desse contexto, este trabalho teve como objetivo geral estudar os efeitos da lâmina de irrigação e densidade de plantio no crescimento, produção e resposta fisiológica da mamoneira (*Ricinus communis*), cultivar BRS ENERGIA, nas condições climáticas da região da Chapada do Apodi.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N. E. de M. **O agronegócio da mamona no Brasil**. 2. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007.

AZEVEDO, D. M. P. de; GONDIM, T. M. S. **Cultivo da mamona**. Embrapa Algodão.
<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mamona/CultivodaMamona_2ed/cultivo.html>. Acesso em: 14 out. 2007.

BELTRAO, N. E. de M., et al., **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p. 63-67.

BELTRÃO, N. E. de M.; SEVERINO, L. S.; CARDOSO, G. D.; GONDIM, T. M. de S.; PEREIRA, J. R. Mudanças no metabolismo da mamoneira, cultivar BRS 149 Nordestina, na usa fase inicial, em função do estresse hídrico. CONGRESSO BRASILEIRO DA MAMONA, I, 2004, Campina Grande, PB. **Anais....**Disponível em: < <http://www.biodieselbr.com/pdf/mamona/010.PDF> > Acesso em: 31 maio. 2009.

CURI, S.; CAMPELO JÚNIOR, J.H. Evapotranspiração e coeficientes de cultura da mamoneira (*Ricinus communis* L.), em Santo Antônio do Leverger, MT. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA MAMONA, 1, 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. CD-ROM.

EMBRAPA ALGODÃO. **Mamona**. Campina Grande, PB, 2007. Disponível em: < <http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/>>. Acesso em 23 maio. 2007.

FARIAS, C.H.A. et al. Eficiência no uso da água pela cana-de-açúcar no litoral paraibano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 34, 2007. Bonito, MS. **Anais....** Bonito: 2007. CD-ROM.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE – FIERN. **Exportações do RN, 2006**. Disponível em: <<http://www.fiern.org.br/negocios/EXPORTA%C7%D5ES%20do%20RN%20PRODUTOS%202006.pdf>> Acesso em: 04 jun. 2008.

GONDIM, T. M. de S.; NOBREGA, M. B. de. MEDEIROS; SEVERINO, L. S.; VASCONCELOS, R. A. Adensamento de mamoneira sob irrigação em Barbalha, CE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA MAMONA, 1, 2004, Campina Grande, Energia e sustentabilidade. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. CD-ROM.

HOLANDA, A. **Biodiesel e inclusão social**. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2004.

IBGE. **Estados**. Disponível em: URL: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/>>. Acesso em: 02 jun. 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção agrícola municipal 2006**: quantidade produzida e área plantada. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=1612&z=p&o=20>> Acesso em: 04 jun. 2008.

MONTEIRO, J. V.; SCHMIDT, P. A.; FRAGA, A. C.; CASTRO NETO, P. **Análise do Crescimento Lateral de Plantas de Mamona (*Ricinus communis* L.)**. <<http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2006/agricultura/AnaliseCrescimentoLateral.pdf>>. Acesso em: 14 out. 2007.

MOURAD, A. L. . Principais Culturas para Obtenção de Óleos Vegetais Combustíveis no Brasil. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E ENERGIA NO MEIO RURAL, 6., 2006, Campinas. **AGRENER GD**. Disponível em: <http://paginas.agr.unicamp.br/energia/agre2006/pdf/111.pdf>>. Acesso em : 23 abr. 2007.

SANTOS. R. F. dos; KOURI. J. Panorama mundial do agronegócio da mamona. CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2, Cenário atual e perspectivas, 2006, Aracaju. **Anais.....** Disponível em: <http://www.rbb.ba.gov.br/arquivo/296.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2007.

SILVA, W.L. de C. e; et al. **Manejo da irrigação em hortaliças**. Brasília:Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças, 1994. 60p. CNPH, 1997, 212p.

CAPÍTULO 2
CRESCIMENTO E COMPORTAMENTO FISIOLÓGICO DE
MAMONA CULTIVAR ‘BRS ENERGIA’ SUBMETIDA A DIFERENTES
ESPAÇAMENTOS E LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NAS CONDIÇÕES DA
CHAPADA DO APODI.

RESUMO

ALMEIDA NETO, Antonio Jeronimo de **Crescimento e comportamento Fisiológico de Plantas de Mamona Cultivar ‘BRS Energia’ Submetida a diferentes espaçamentos e lâminas de irrigação nas condições da chapada do Apodi**. 2009. 107f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2009.

A mamoneira é uma oleaginosa de destacada importância no Brasil e no mundo, além da vasta aplicação na indústria química. Apresenta tolerância à seca, tornando-se uma cultura viável para a região semi-árida do Brasil, onde há poucas alternativas agrícolas. Os agropolos Mossoró-Assu e Baixo Jaguaribe, durante o período das chuvas, ficam com sistema de irrigação localizados ociosos, que poderia ser utilizado na produção de mamona. Dessa forma, existe a necessidade da introdução de novas cultivares de ciclo curto melhor adaptadas ao regime de irrigação e às condições climáticas dessa região.

Objetivou-se neste trabalho avaliar a altura, fator de cobertura, taxa de fotossíntese, condutância estomática, concentração intercelular de CO₂ e transpiração foliar de plantas de mamona submetidas a diferentes lâminas de irrigação e densidades de plantio, na chapada do Apodi. Dois experimentos foram realizados um no período de 09/2007 a 01/2008 e outro no período de 08/2008 a 01/2009, utilizando a cultivar “BRS ENERGIA”. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, no esquema de parcelas subdividida (5 x 2), com quatro repetições. Nas parcelas foram aplicadas as lâminas de irrigação [L1 = 60%; L2 = 80%; L3 = 100%; L4 = 120% e L5 = 140% da evapotranspiração da cultura (ETc)] e nas subparcelas as densidades de plantio em fileira dupla (1,50 m x 0,30 m x 0,30 m e 1,50 m x 0,30 m x 0,40 m). As parcelas apresentavam duas fileiras duplas de 18 m de comprimento, divididas em duas subparcelas (densidades de plantio) de 9 m cada. As colheitas foram realizadas nos meses de dezembro/2007 e janeiro/2008 e em dezembro/2008 e janeiro/2009. As densidades de plantio não exerceram influência sobre as variáveis de crescimento. As lâminas de irrigação foram significativas para altura de planta apenas na 5ª e 13ª semana de Limoeiro do Norte-CE. Para o fator de cobertura foi verificado efeito da lâmina de irrigação na 5ª semana em Mossoró-RN e 13ª semana em Limoeiro do Norte-CE. As condições ambientais afetaram o crescimento das plantas de mamona. A fotossíntese e a condutância estomática dos dois experimentos e a transpiração em Limoeiro do Norte diminuíram com a redução na lâmina de irrigação. As taxas de fotossíntese, condutância estomática, concentração intercelular de CO₂ e transpiração não foram influenciadas pelas densidades. A concentração intercelular de CO₂ não apresentou efeito significativo para as lâminas de irrigação.

Palavras-chaves: *Ricinus communis* L., crescimento e fisiologia

ABSTRACT

ALMEIDA NETO, Antonio Jeronimo de. **Growing and physiology of castor bean submitted to different irrigation water depths and spacings under the conditions of Chapada do Apodi.** 2009. 2009. 107f. Thesis (Ph.D in Agronomy: Plant Science) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2009.

Castor oil tree is an oleaginous plant which is outstandingly important both in Brazil and in the whole world. Besides its vast utilization in chemical industry, it shows tolerance to the drought, turning out to be a feasible crop in the semi-arid region of Brazil, where there are few agricultural alternatives. The agropoles from Mossoró-Assu and Baixo Jaguaribe, during the rainy season period, keep their aspersion irrigation system inoperative, which could be used in the castor seed production. For this reason, there is a need of introducing new early maturity cultivars better adapted to the irrigation regime and to the climatic conditions of this region. The aim of this work was to evaluate the height and the cover factor, photosynthesis rate, stomatal conductance, intercellular concentration of CO₂ and leaf transpiration of castor oil plants when submitted to different irrigation water depths and planting densities in Chapada do Apodi. Two experiments were carried out: one within the period from 09/2007 until 01/2008 and the other within the period from 08/2008 until 01/2009, using the cultivar "BRS ENERGIA". The experimental design chose was the random block in the split plot designs (5 x 2), with four repetitions. In the plots irrigation water depths were applied [L1 = 60%; L2 = 80%; L3 = 100%; L4 = 120% e L5 = 140% of evapotranspiration of the crop (ETc)] and in the split plots the planting densities in double row (1,50 m x 0,30 m x 0,30 m e 1,50 m x 0,30 m x 0,40 m). The plots showed two double rows measuring 18 meters, divided in two split plots (planting densities) each one measuring 9 meters. The crops were carried out in the months of December/2007 and January/2008 and in December/2008 and January/2009. The planting densities did not have any influence on the growing variables. The irrigation water depths were significant to the plant height only in the 5th and 13th week in Limoeiro do Norte-CE. As for the cover factor an effect on the water depth was verified in the 5th week in Mossoró-RN and in the 13th week in Limoeiro do Norte. Environmental conditions affected the growth of castor oil plants. Photosynthesis and stomatal conductance of both experiments and transpiration in Limoeiro do Norte decreased with the reduction of irrigation water depth. The rates observed in photosynthesis, stomatal conductance, intercellular concentration of CO₂ and transpiration were not influenced by densities. Intercellular concentration of CO₂ did not show any significant effects to the water depths.

Palavras-chaves: *Ricinus communis* L., growth and physiology

2.3 INTRODUÇÃO

A evolução da ricinoquímica, juntamente com os altos preços internacionais do óleo da mamona, despertou o interesse dos produtores, exportadores e industriais, tendo em vista a grande variedade de produtos obtidos a partir do óleo de mamona, desde os óleos lubrificantes até próteses e produtos medicinais. O biodiesel tem grande importância econômica e social, pois representa uma nova alternativa de geração de emprego e renda para os agricultores, além de ser um combustível renovável e que emite um teor menor de enxofre na atmosfera (AZEVEDO; BELTRÃO, 2007).

A mamoneira, apesar de ser uma planta rústica, adaptada à seca e com alta capacidade de adaptação às diferentes condições de clima e solo, deve ser cultivada comercialmente em regiões que favoreçam seu crescimento e desenvolvimento equilibrado (OLIVEIRA et al., 2008a).

O crescimento da mamoneira é bastante influenciado pelo ambiente, principalmente pela água (AZEVEDO; BELTRÃO, 2007). De acordo com Barros Júnior et al. (2004a), a redução do conteúdo de água no solo afeta sensivelmente a altura e o diâmetro de caule das plantas, sendo que, com uma redução de 40 a 60 % de água disponível, as plantas praticamente paralisam o seu desenvolvimento e as taxas de crescimento absoluto e relativo do diâmetro caulinar da mamoneira crescem linearmente com o incremento dos níveis de reposição de água no solo (Rodrigues et al., 2008).

Para proporcionar um adequado crescimento de plantas, é importante também submetê-las a um adequado espaçamento, haja vista que um espaçamento inadequado pode causar sérios distúrbios fisiológicos aos vegetais, causando prejuízos consideráveis ao produtor (ALVES et al., 2008). A redução do espaçamento entre plantas dentro da linha provoca aumento da altura da planta e de inserção dos cachos (AFERRI et al., 2008).

Para Severino et al. (2006), a disponibilidade de nutrientes associada a abundante umidade do solo promoveu crescimento excessivo em altura. Oliveira & Zanotto (2008) ressaltam que a produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) não foi influenciada pela redução da altura de plantas.

O fator de cobertura (FC) pode ser obtido diretamente através de medições no campo, e para culturas com espaçamento reduzido cuja vegetação cobre toda a superfície do solo, adota-se o valor máximo para o dimensionamento de sistema de irrigação, enquanto para o manejo de irrigação deve-se considerar o aumento progressivo do valor do fator de cobertura, de acordo com o desenvolvimento vegetativo da cultura (Keller & Bliesner, 1990; Pizarro, 1990; DUTRA et al., 2000).

O conhecimento sobre as fenofases da mamoneira é importante para o manejo da cultura e determinação de suas necessidades hídricas, através da relação entre evapotranspiração potencial de referência E_{To} e o coeficiente de cultura k_c , que é determinado de acordo com os estádios de desenvolvimento da cultura (REICHARDT, 1990). A mamoneira tem na sua organogênese 12 estádios de desenvolvimento: germinação, formação das folhas, segmentação do eixo do racemo, diferenciação do meristema primário e formação do rendimento do racemo, diferenciação da parte floral, formação do pólen e do saco embrionário, diferenciação e crescimento do racemo, botoamento, floração e polinização, formação dos frutos e das sementes, deposição de cera e maturação (AZEVEDO; BELTRÃO, 2007)..

Na transpiração, os estômatos mantêm-se abertos para a entrada de dióxido de carbono, que será incorporado pela fotossíntese; essa abertura estomática reduz drasticamente a resistência à saída de vapor d'água do interior da folha em direção à atmosfera (AWAD; CASTRO, 1983).

A mamoneira apresenta diversos mecanismos de tolerância à deficiência de água no ambiente edáfico, tais como sistema radicular profundo e ramificado, acumulação de metabólitos nas raízes, regulação osmótica, dentre outros, porém muito sensível a sais, alumínio trocável, deficiência de oxigênio no solo e a temperatura

supra-ótima e infra-ótima (BELTRÃO et al., 2008a), reduzindo a área foliar por planta e a fotossíntese líquida ou aparente (BELTRÃO, 2003a). Para a cultura da mamona sob condições de suave estresse hídrico, as reduções da condutância estomática e da transpiração evitam uma excessiva perda de água, porém em condições de severo estresse hídrico, devido ao fechamento estomático, observa-se uma redução da taxa de transpiração, redução nos valores de discriminação isotópica de carbono nas folhas e com isso, o aumento na eficiência no uso de água nas plantas de mamona (SAUSEN, 2007).

Em relação ao excesso de água, os principais sintomas do encharcamento são: morte da raiz pivotante, surgimento de raízes espessas e superficiais, alargamento (hipertrofia) do colo da planta formando um tecido esponjoso, seguido de necrose e morte do floema, folhas posicionando-se verticalmente e murchando a seguir, encurvamento de pecíolos foliares e do caule (SEVERINO, 2004).

A altitude é um fator também extremamente importante na fisiologia da mamoneira, pois altera a temperatura do ar, a taxa do orvalho, o grau de nebulosidade, insolação, taxa de irradiação e outros fatores, condicionando as plantas a mudanças fisiológicas e bioquímicas. A mamoneira, por ser uma espécie sensível a esses efeitos, promove mudanças no seu comportamento e com possíveis interferências no balanço de hormônios, em especial as Giberelinas, que podem alterar as taxas de flores masculinas e femininas (OLIVEIRA et al., 2008). Lima et al. (2007) afirmaram que os índices fisiológicos podem ajudar a identificar cultivares de mamoneira mais adaptados às condições agroecológicas.

Dentro desse contexto objetivou-se neste trabalho avaliar o crescimento e o comportamento fisiológico de plantas de mamona variedade 'BRS Energia', submetidas a diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos de plantio nas condições da Chapada do Apodi.

2.4 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos idênticos na chapada do Apodi, na Fazenda Experimental da UFERSA, nos municípios de Mossoró-RN, e na Unidade de Pesquisa e Extensão do CENTEC, em Limoeiro do Norte-CE. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, no esquema de parcelas subdivididas (5 x 2), com quatro repetições, utilizando a mamoneira cultivar “BRS ENERGIA”. As parcelas apresentavam duas fileiras duplas de 18 m de comprimento e foram alocadas as lâminas de irrigação [L1 = 60 %; L2 = 80 %; L3 = 100 %; L4 = 120 % e L5 = 140 % da evapotranspiração da cultura (ETc)] e divididas em duas subparcelas de 9 m cada (APENDICE 1) em fileira dupla (0,90 m x 0,30 m x 0,30 m e 0,90 m x 0,30 m x 0,40 m, ou seja, espaçamento das plantas na linha E1= 0,30 m e E2 = 0,40 m).

As necessidades hídricas diárias da cultura para o tratamento padrão (100% da ETc) foram determinadas usando a equação de Penman-Monteith-FAO para cálculo da ET_o, conforme apresentado em Allen et al. (1998), utilizando dados da estação meteorológica do INMET de Mossoró (distante 20 km do experimento de Mossoró) e de Morada Nova-CE, que fica a 36 km do experimento de Limoeiro do Norte-CE. Os dados climáticos verificados durante o primeiro experimento relativos a temperaturas médias, máximas e mínimas, umidade relativa, e velocidade do vento a 10 m de altura foram respectivamente 28,3 °C, 34,7°C, 23,5°C, 57,2%, 4,4 m s⁻¹. No segundo experimento, as médias de temperaturas médias, máximas e mínimas, umidade relativa e velocidade do vento a 10 m de altura foram respectivamente 28,5 °C; 36,1 °C; 22,5 °C; 55,7%; 3,5m s⁻¹.

As áreas experimentais foram irrigadas por meio de sistema de irrigação de gotejamento, constando de uma linha lateral por linhas duplas de plantios espaçadas de 1,8m e emissores de 1,5 l/h distanciados de 0,30m. Cada um dos tratamentos teve um sistema de distribuição de água independente. As lâminas foram diferenciadas pelo do

tempo de aplicação utilizando-se registros. Para determinação do Kc, usou-se a técnica do Kc dual apresentado pela FAO, considerado os valores de Kc basal estimados a partir dos determinados por Curi et al. (2004), de modo que se adotou 0,15 na fase I, 1,05 na fase III e 0,6 na fase final do ciclo da cultura (FIGURA 01 e 02). Foi considerada a precipitação efetiva e utilizou-se eficiência de aplicação de irrigação de 0,91. Esses dados foram inseridos em uma planilha confeccionada para o cálculo da ETo e do cálculo diário das lâminas de irrigação. Os valores totais das lâminas de irrigação realmente aplicada em cada experimento estão apresentados nas TABELAS 1 e 2.

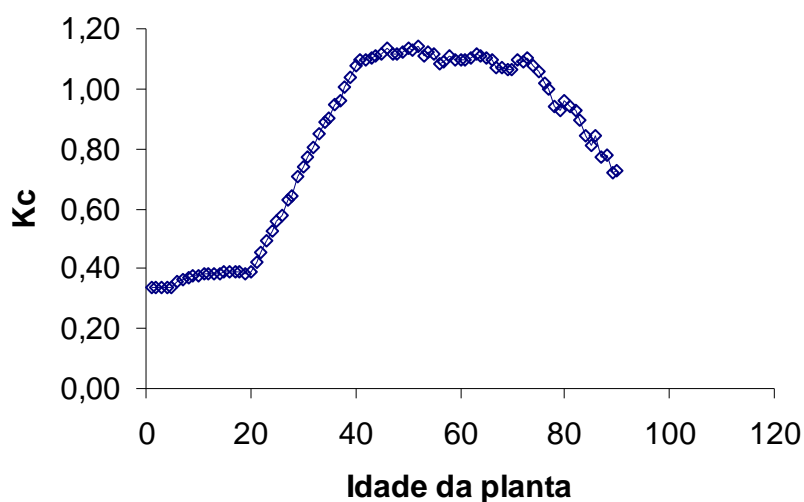


Figura 01 – Kc da cultura de acordo com os dias de plantio no município de Mossoró, RN, de setembro/2007 a janeiro/2008.

Tabela 01 - Lâminas de irrigação aplicadas por tratamento em diferentes períodos de desenvolvimento da mamoneira. Mossoró, RN, 2007-2008.

Período (DAP)	Lâmina aplicada (mm)					ET _o (mm)
	0,6 ET _c	0,8 ET _c	1,0 ET _c	1,2 ET _c	1,4 ET _c	
Pré-irrig*	28,88	28,88	28,88	28,88	28,88	-
1-25*	164,08	164,08	164,08	164,08	164,08	176,43
26-40	55,94	74,58	93,23	111,88	130,52	102,10
41-55	66,99	89,32	111,64	133,97	156,30	107,09
56-70	56,16	74,87	93,59	112,31	131,03	96,80
71-85	51,89	69,19	86,49	103,79	121,09	96,80
86-95	29,41	39,22	49,02	58,83	68,63	100,62
Precipitação	6,20	6,20	6,20	6,20	6,20	
Total (1-95)	430,67	517,46	604,26	691,06	777,85	679,84

*Sem diferenciação das lâminas entre os tratamentos. Houve a necessidade de dois replantios para se estabelecer a cultura.

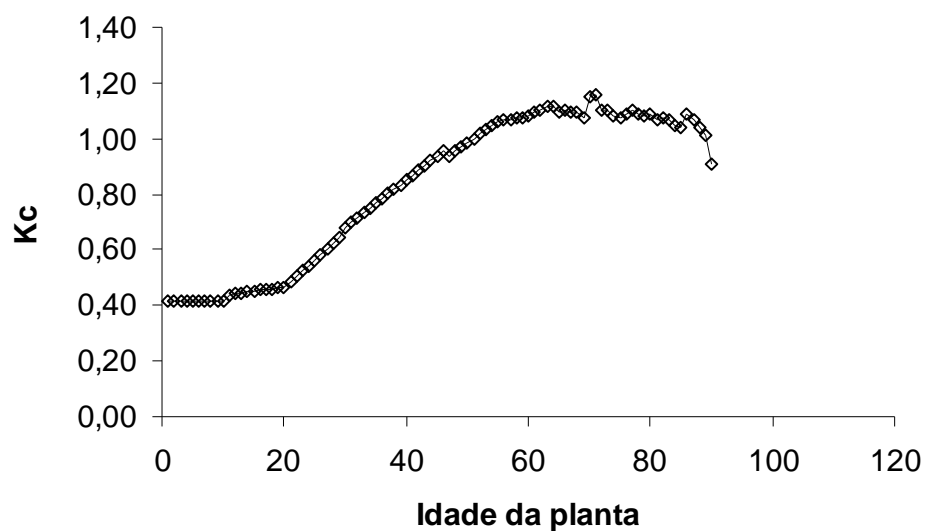


Figura 02 – Kc da cultura de acordo com os dias de plantio no município de Limoeiro do Norte, CE, de agosto/2008 a janeiro/2009.

Tabela 02 - Lâminas de irrigação aplicadas por tratamento em diferentes períodos de desenvolvimento da mamoneira. Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009

Período (DAP)	Lâmina aplicada (mm)					ET _o (mm)
	0,6 ET _c	0,8 ET _c	1,0 ET _c	1,2 ET _c	1,4 ET _c	
Pré-irrig*	9,07	9,07	9,07	9,07	9,07	9,07
1-16*	78,43	78,43	78,43	78,43	78,43	78,43
17-41	48,29	64,39	80,48	96,58	112,68	152,59
42-56	48,09	64,12	80,14	96,17	112,20	93,98
57-71	67,34	89,79	112,24	134,68	157,13	104,95
72-86	65,72	87,62	109,53	131,43	153,34	101,69
87-98	43,78	58,37	72,96	87,56	102,15	82,25
Precipitação	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total (1-98)	351,64	442,71	533,78	624,85	715,92	

* Sem diferenciação das lâminas entre os tratamentos.

Em cada experimento foram colocadas três sementes por cova e simultaneamente foram confeccionadas mudas em bandejas e transplantadas logo após a identificação de falhas de germinação no campo. Foram realizadas capinas manuais e controle químico de formigas no início do experimento.

O primeiro experimento, em Mossoró-RN, foi realizado no período de 09/2007 a 01/2008 na Estação Experimental da Fazenda Rafael Fernandes (latitude 5° 03' 40'' Sul, longitude 37° 23' 51'' Oeste e altitude 72 m), comunidade de Alagoinha. O solo da área é um Latossolo Vermelho Amarelo, de textura franco-arenosa, cujas características físico-hídricas e químicas encontram-se na Tabela 03. O clima da região é semi-árido, segundo Thornthwait, com pouco ou nenhum excesso de água; e de acordo com Koeppen é BSw^h, seco e muito quente, com uma estação seca bem definida, que vai geralmente de junho a janeiro, e uma chuvosa, de fevereiro a maio (CARMO FILHO; OLIVEIRA, 1995).

Tabela 03 - Características físico-hídricas e químicas do solo da área experimental para a camada 0-20 cm. Mossoró, RN, 2007.

Variável	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	K ⁺	Na ⁺	P
	cmol _c dm ⁻³					mg dm ⁻³
Valor	2,50	1,90	0,05	0,26	0,30	66
Variável	pH	Densidade*		Granulometria		
		Dp	Dg	Areia	Silte	Argila
	-	g cm ⁻³			g kg ⁻¹	
Valor	7,10	2,62	1,53	820	40	140

* Dp – Densidade das partículas; Dg - Densidade global.

As plantas foram adubadas segundo análise química do solo e de acordo com as exigências nutricionais da cultura. Foram realizadas capinas manuais e controle químico de formigas no início do experimento. Os nutrientes foram aplicados duas vezes por semana, entre o 25º e o 76º dia do ciclo, totalizando: 201 kg ha⁻¹ de uréia; 118 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio; 43 kg ha⁻¹ de nitrato de cálcio; 3,7 kg ha⁻¹ de sulfato de magnésio; 17,2 L ha⁻¹ de ácido fosfórico e 25,1 L ha⁻¹ de ácido nítrico, correspondendo a 100 kg ha⁻¹ de N, 12 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 71 kg ha⁻¹ de K₂O.

O segundo experimento foi desenvolvido no período de 08/2008 a 01/2009 na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão (UEPE) do Instituto Centro de Ensino Tecnológico (CENTEC) na Chapada do Apodi, no município de Limoeiro do Norte-CE, distante 200 km de Fortaleza, na latitude de 5º08'44" S, longitude 38º05'53" e altitude de 135 m, com precipitação média anual de 772 mm e temperatura média anual de 28,5º C. A velocidade média anual do vento é de 3,88 m/s e a amplitude mensal é da ordem de 2,78 m/s. A umidade relativa média é de 62 %, com evaporação bastante elevada devido às condições climáticas da região. O solo da área onde se realizou o presente trabalho foi classificado e descrito de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da EMBRAPA como sendo um CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico latossólico por Alencar (2002). Esse solo é derivado de

calcário arenítico e arenito calcífero da formação Jandaíra, do Grupo Apodi, pertencendo ao período do Cretáceo Superior (BRASIL, 1973), cujas características físico-hídricas e químicas encontram-se na Tabela 04. A Chapada do Apodi constitui um típico relevo de cuestas, de altura não muito pronunciada, com “front” voltado para a depressão do vale do Jaguaribe. Esse relevo varia de plano (declividade de 0 – 3%) à suave ondulado (declividade de 3 – 6%) (BRASIL, 1973).

Tabela 04 - Características físico-hídricas e químicas do solo da área experimental para a camada 0-20 cm. Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009.

Variável	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	K ⁺	Na ⁺	P
	cmol _c dm ⁻³					mg dm ⁻³
Valor	8,6	1,40	0,0	0,99	0,86	12,31
Variável	pH	Densidade*		Granulometria		
		Dp	Dg	Areia	Silte	Argila
	-	g cm ⁻³			g kg ⁻¹	
Valor	6,90	2,37	1,38	519	170	311

- Dp – Densidade das partículas; Dg - Densidade global.

Foram aplicados por ha 89 kg de N, 15 kg de P₂O₅, 106 kg de K₂O, 3 kg de MgO e 0,3 kg de B.

As medições foram feitas em quatro plantas previamente identificadas nas subparcelas antes de iniciar a primeira medição. No primeiro experimento, as avaliações foram realizadas nos dias 03/11, 11/11, 21/11 e 29/11 (5^a, 6^a, 7^a e 8^a semanas de ciclo); no segundo experimento, as avaliações foram realizadas nos dias 21/09, 28/09, 05/10, 12/10, 18/10, 01/11 e 14/11 (5^a, 6^a, 7^a, 8^a, 9^a, 11^a e 13^a semana do ciclo).

Foram determinadas a altura de plantas e o fator de cobertura (FC) das plantas previamente identificadas. A altura de planta foi medida do solo até o plano superior acima da planta. O fator de cobertura, expresso em porcentagem, é definido como a

razão entre a área coberta pela cultura e a área ocupada por seu espaçamento. Como estavam em fileiras duplas, e as mesmas formavam uma faixa, foi considerada a largura coberta pelas duas fileiras em relação à faixa de área ocupada pelas plantas (1,8 m).

As avaliações em torno do comportamento fisiológico foram realizadas aos 50 dias após o plantio, avaliação única, no início da manhã. Nessa ocasião, foram determinadas as taxas de fotossíntese, condutância estomática, concentração intercelular de CO₂ e transpiração, utilizando para tanto o analisador de gás infravermelho (IRGA) LI-COR 6400 com fonte de luz constante de 1.200 μmol de fótons m⁻² s⁻¹ e 400 μmol CO₂ m⁻² s⁻¹. No primeiro experimento, usou-se o delineamento experimental blocos ao acaso, onde foi avaliada uma planta, previamente identificada, em cada subparcela, nos quatro blocos. No segundo experimento, devido à diferença entre as alturas de plantas, foram analisadas as variáveis fisiológicas das plantas altas e baixas, as quais foram divididas em dois blocos e analisadas como delineamento inteiramente casualizado.

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão, sendo ajustadas equações (polinomial e não linear), e sendo escolhida aquela com maior valor do R², que fosse significativa a 5 % de probabilidade.

2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.5.1 Altura de Planta

Não foi verificado efeito significativo dos espaçamentos nem interação entre os tratamentos para a altura de planta nos dois experimentos, TABELAS 5 e 6 e FIGURA 03. Apenas nas condições de Limoeiro do Norte-CE, verifica-se que ao longo do tempo houve diferença das lâminas de irrigação sobre a altura de plantas (FIGURA 04), sendo que naquelas condições, na 5ª e 13ª semana a altura apresentou um efeito linear em relação à lâmina de irrigação. Na 5ª semana a menor lâmina (350 mm) proporcionou plantas com altura de 24 cm e a maior lâmina 700 (mm) proporcionou plantas com altura de 26 cm (FIGURA 05). Em relação a 13ª semana a menor a lâmina (352 mm) proporcionou a menor altura de planta (81 cm), sendo que a lâmina de 716 mm apresentou o maior valor (106 cm), FIGURA 06. Esse resultado está de acordo com os obtidos por Barros Junior et al. (2004), que, analisando a sensibilidade da cultura a diferentes níveis de água armazenados no solo e suas implicações sobre o crescimento, observaram que as plantas dos tratamentos mantidos nos níveis de 40 e 60 % de água disponível apresentaram um crescimento insignificante, praticamente paralisadas ao longo do ciclo da cultura; já as plantas cujo solo, em que foram cultivadas, permaneceu mantido com umidade de 80 e 100 % de água disponível, apresentaram um crescimento acentuado; entretanto, as plantas mantidas na capacidade de campo (100 % de água disponível), apresentaram uma altura média bem superior as de 80 % da água disponível, o que evidencia a sensibilidade da cultura à situação de estresse hídrico a que foram submetidas.

As alturas das plantas no primeiro experimento se apresentaram maiores que no segundo, o que pode ser explicado possivelmente pelo fato de que dos 75 kg ha⁻¹ de fósforo necessários para aplicação apenas 20 % desse valor existia no produto

comercial aplicado, aplicando assim apenas 15 kg ha⁻¹. Esse problema também condicionou a um prolongamento no período de leituras até a 13ª semana.

O solo da Alagoinha (Mossoró-RN) tinha nível muito alto de P (>60 mg dm⁻³), enquanto em Limoeiro do Norte-CE esse nível foi baixo (13 mg dm⁻³), o tornaria necessitaria uma dose de adubação maior. Almeida Junior et al. (2009) verificaram que a mamoneira apresentou resposta à adubação fosfatada, demonstrando consideráveis aumentos no crescimento.

A BRS energia tem porte de 1,40 m, considerado baixo de acordo com EMBRAPA ALGODÃO (2007), que recomenda espaçamento de 1,0 m x 1,0 m para as condições de sequeiro. Essa baixa altura verificada durante a condução do experimento pode estar associada à falta de luz causada pelos espaçamentos densos, tendo em vista que para a mamoneira de porte anão os espaçamentos mais estreitos têm ocasionado problema de sombreamento, de estiolamento, danos nos ramos laterais e nas raízes superficiais (AZEVEDO; BELTRÃO, 2007). Esses autores afirmam ainda que mesmo com elevada fertilidade do solo, em condições de deficiência hídrica no solo, não se recomenda o uso de populações elevadas para a mamoneira de porte anão, e enfatizam que os genótipos de porte baixo apresentam grande variação no crescimento e na resposta às condições ambientais.

Tabela 05 - Estatística F e médias para os dados de altura de planta da mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos de plantio. Mossoró-RN, 2007-2008.

Fonte de variação	SEMANA DE CICLO			
	5ª Semana	6ª Semana	7ª Semana	8ª Semana
Bloco	0,29 ^{n.s.}	3,66 ^{n.s.}	0,54 ^{n.s.}	0,19 ^{n.s.}
Lâmina (L)	0,34 ^{n.s.}	0,89 ^{n.s.}	0,04 ^{n.s.}	0,40 ^{n.s.}
Efeito Linear	0,19 ^{n.s.}	2,94 ^{n.s.}	0,00 ^{n.s.}	0,00 ^{n.s.}
Efeito quad.	0,90 ^{n.s.}	0,60 ^{n.s.}	0,03 ^{n.s.}	0,70 ^{n.s.}
Espaçamento (E)	0,40 ^{n.s.}	1,69 ^{n.s.}	3,09 ^{n.s.}	2,30 ^{n.s.}
Interação (LxE)	4,15 ^{n.s.}	0,91 ^{n.s.}	0,03 ^{n.s.}	1,18 ^{n.s.}
MÉDIAS				
E1	25,80 A ¹	57,7 A	100,50 A	162,30 A
E2	26,00 A	56,00 A	94,20 A	166,60 A
<hr/>				
C.V. 1 (%)	9,59	10,89	14,66	13,27
C.V. 2 (%)	2,73	5,14	8,23	3,85

¹Médias seguidas da mesma letra, dentro de cada fator na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

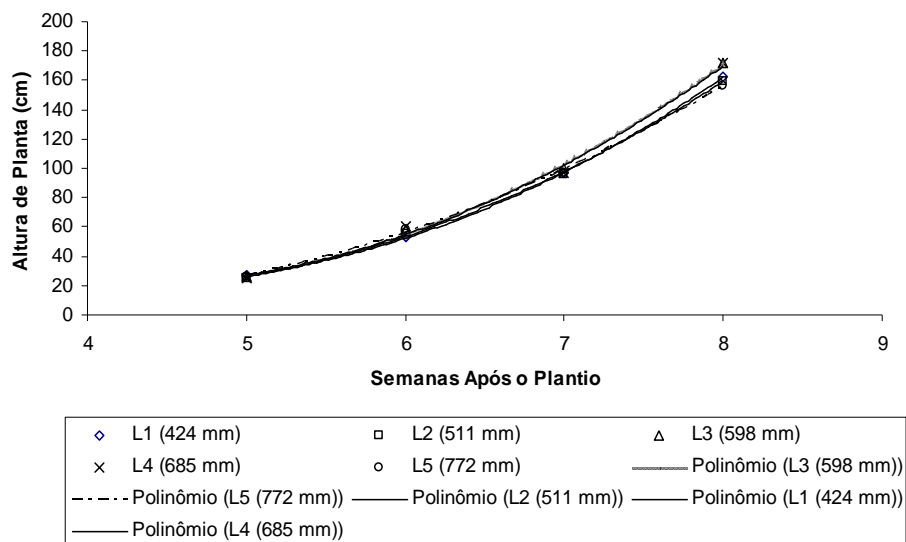


Figura 03 - Altura de planta (cm) a partir da 5ª semana após o plantio, de acordo com as lâminas de irrigação, Mossoró, RN, 2007-2008.

Tabela 06 - Estatística F para os dados de altura de plantas da mamoneira, durante as 7 semanas sob diferentes densidades de plantio e lâminas de irrigação. Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009.

Fonte de variaç.	SEMANA DE CICLO						
	5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a	9 ^a	11 ^a	13 ^a
Bloco	2,79 ^{n.s.}	4,62*	1,92 ^{n.s.}	0,69 ^{n.s.}	0,62 ^{n.s.}	0,99 ^{n.s.}	1,34 ^{n.s.}
Lâm (L)	1,66 ^{n.s.}	1,67 ^{n.s.}	1,19 ^{n.s.}	1,96 ^{n.s.}	2,15 ^{n.s.}	2,03 ^{n.s.}	4,20*
Efeito Linear	5,72*	0,21 ^{n.s.}	0,51 ^{n.s.}	1,68 ^{n.s.}	1,38 ^{n.s.}	1,10 ^{n.s.}	5,28*
Efeito quad.	0,45 ^{n.s.}	3,92 ^{n.s.}	0,28 ^{n.s.}	1,03 ^{n.s.}	0,33 ^{n.s.}	2,56 ^{n.s.}	2,51 ^{n.s.}
Esp-E	0,03 ^{n.s.}	1,98 ^{n.s.}	1,89 ^{n.s.}	0,85 ^{n.s.}	0,38 ^{n.s.}	0,04 ^{n.s.}	0,22 ^{n.s.}
LxD	0,62 ^{n.s.}	0,82 ^{n.s.}	0,61 ^{n.s.}	2,01 ^{n.s.}	2,12 ^{n.s.}	1,26 ^{n.s.}	1,42 ^{n.s.}
MÉDIAS							
E1	25,30A ¹	29,95A	45,50 ^a	66,85 ^a	72,80 ^a	85,85A	96,35 A
E2	25,45 ^a	31,50A	47,90 ^a	69,20 ^a	74,30 ^a	86,45A	97,80 A
CV1	10,19	9,52	14,73	17,31	21,03	23,35	15,37
CV.2	11,00	11,33	11,83	11,83	10,47	11,16	10,04

¹Médias seguidas da mesma letra, dentro de cada fator na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

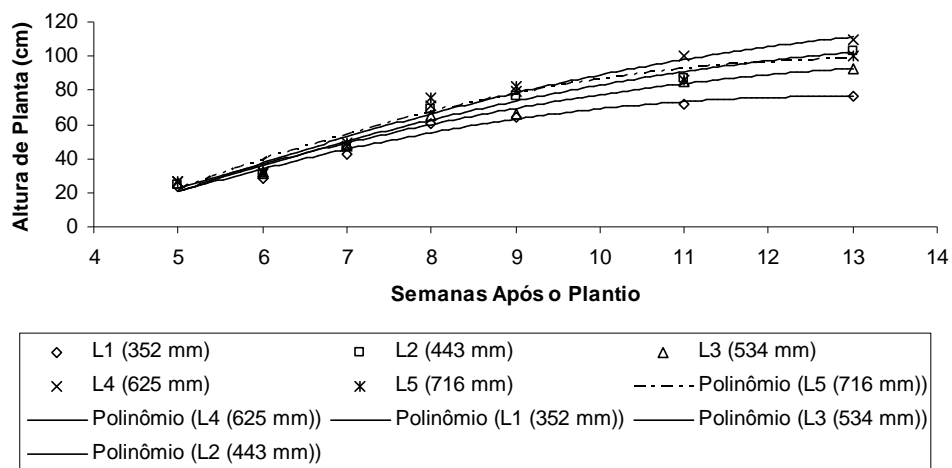


Figura 04 – Altura de planta (cm) a partir da 5^a semana após o plantio, de acordo com as lâminas de irrigação, Limoeiro do Norte-CE, 2008-2009.

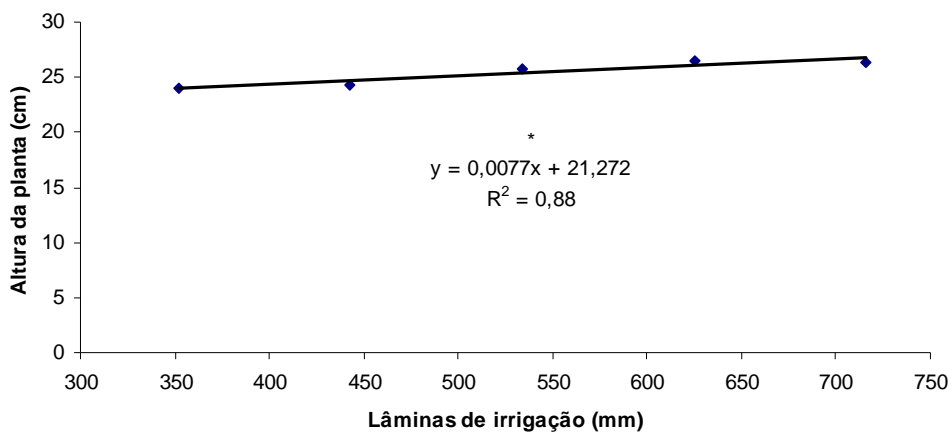


Figura 05 - Altura de planta (cm) durante a 5ª Semana após o plantio, em função das lâminas de irrigação aplicadas, Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009.
*Regressão significativa a 5% de probabilidade.

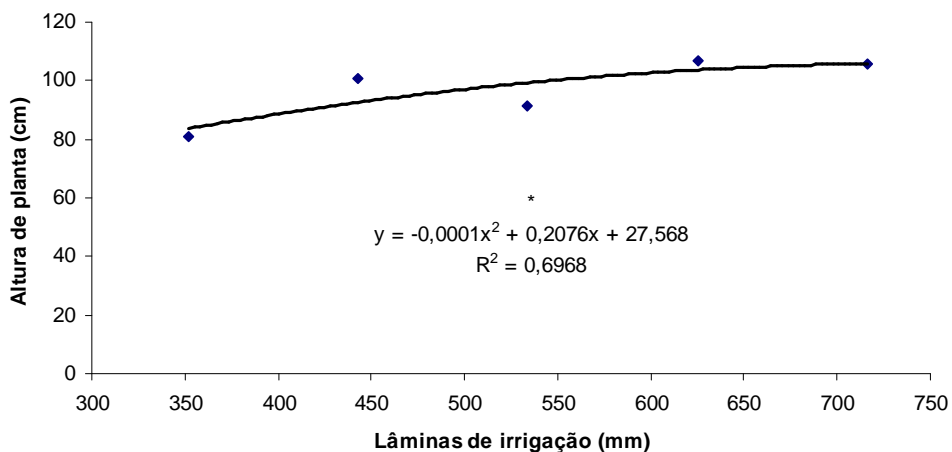


Figura 06 - Altura de planta (cm) durante a 13ª Semana após o plantio, em função das lâminas de irrigação aplicadas, Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009.
*Regressão significativa a 5% de probabilidade.

2.5.2 Fator de cobertura

Para o fator de cobertura verifica-se que não houve diferença estatística significativa entre os espaçamentos em ambos os experimentos, havendo apenas interação estatística entre os fatores para Experimento II, na 8ª e 9ª Semana (TABELAS 07 e 08). Como o volume de água aplicado no experimento de Mossoró foi acima do necessário no início do experimento, bastante água foi armazenada no solo, o que pode ter contribuído a um menor estresse nas menores lâminas nos primeiros 60 dias do plantio.

O desdobramento da interação indica que os espaçamentos apresentaram diferenças dentro das lâminas, sendo que o espaçamento E2 apenas dentro das lâminas L1 e L5 apresentou-se superior ao espaçamento E1 (TABELA 09 e FIGURA 07 e 08).

Em relação às lâminas de irrigação, verifica-se efeito significativo linear na 5ª semana no experimento I, onde se observa um valor máximo de 44 % para a lâmina de 770 mm (FIGURA 09). Para o Experimento II, observa-se um efeito linear na 13ª semana, com o maior valor de 69% obtido com a lâmina de 720 mm (FIGURA 10).

Dias et al. (2008) verificaram que a cobertura plena do solo ocorreu a partir do 65º dia após o plantio, e para esses autores, o período de maior crescimento do fator de cobertura do solo (2,86 pontos percentuais por dia) ficou compreendido entre a sétima e oitava semana. Azevedo e Beltrão (2007) relatam que o estresse hídrico pode reduzir área foliar da planta e conseqüentemente o fator de cobertura.

Tabela 07 - Estatística F e médias para os dados de fator de cobertura da mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e densidades de plantio. Mossoró-RN, 2007-2008.

Fonte de Variação	SEMANAS DE CICLO			
	5 ^a Semana	6 ^a Semana	7 ^a Semana	8 ^a Semana
Bloco	2,96 ^{n.s.}	0,261 ^{n.s.}	1,56 ^{n.s.}	0,305 ^{n.s.}
Lâmina (L)	2,16 ^{n.s.}	0,58 ^{n.s.}	0,53 ^{n.s.}	0,623 ^{n.s.}
Efeito Linear	5,00 [*]	0,39 ^{n.s.}	0,13 ^{n.s.}	1,55 ^{n.s.}
Efeito quad.	0,00 ^{n.s.}	0,17 ^{n.s.}	0,83 ^{n.s.}	0,11 ^{n.s.}
Espaçamento (E)	1,61 ^{n.s.}	0,48 ^{n.s.}	2,17 ^{n.s.}	0,758 ^{n.s.}
Interação (LxE)	1,11 ^{n.s.}	0,30 ^{n.s.}	3,26 ^{n.s.}	0,724 ^{n.s.}
C.V. 1 (%)	8,62	7,40	7,74	10,41
C.V. 2 (%)	4,75	6,53	2,55	3,44
MÉDIAS				
E1	41,30 A ¹	59,70 A	82,50 A	96,5 A
E2	40,20 A	58,50 A	83,90 A	97,8 A

¹Médias seguidas da mesma letra, dentro de cada fator na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 08 – Estatística F e médias para os dados de fator de cobertura de plantas da mamoneira, durante as 7 semanas sob diferentes densidades de plantio e lâminas de irrigação. Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009.

Fonte de variação	SEMANAS DO CICLO						
	5 ^a Semana	6 ^a Semana	7 ^a Semana	8 ^a Semana	9 ^a Semana	11 ^a Semana	13 ^a Semana
Bloco	8,037*	0,127 ^{n.s.}	0,591 ^{n.s.}	1,134 ^{n.s.}	0,560 ^{n.s.}	3,805 ^{n.s.}	1,973 ^{n.s.}
Lâmina (L)	1,531 ^{n.s.}	0,967 ^{n.s.}	1,284 ^{n.s.}	1,997 ^{n.s.}	2,466 ^{n.s.}	0,96 ^{n.s.}	3,178 ^{n.s.}
Efeito Linear	0,79 ^{n.s.}	0,34 ^{n.s.}	0,52 ^{n.s.}	1,83 ^{n.s.}	3,26 ^{n.s.}	0,67 ^{n.s.}	6,10*
Efeito quad.	1,71 ^{n.s.}	0,87 ^{n.s.}	1,28 ^{n.s.}	3,37 ^{n.s.}	3,23 ^{n.s.}	2,04 ^{n.s.}	3,63 ^{n.s.}
Espaç. (E)	3,649 ^{n.s.}	1,984 ^{n.s.}	1,771 ^{n.s.}	3,248 ^{n.s.}	1,003 ^{n.s.}	1,013 ^{n.s.}	1,120 ^{n.s.}
Int. (LxD)	0,443 ^{n.s.}	0,306 ^{n.s.}	0,924 ^{n.s.}	3,155*	4,473*	0,890 ^{n.s.}	0,3402 ^{n.s.}
C.V. 1 (%)	9,65	11,08	11,64	12,78	13,16	17,19	12,02
C.V. 2 (%)	11,71	12,70	9,09	7,33	5,88	10,46	7,24
MÉDIAS							
E1	17,97 A ¹	23,26 A	44,52 A	54,69 A	58,50 A	62,13 A	65,25 A
E2	19,29 A	24,61 A	46,26 A	57,02 A	59,60 A	64,24 A	66,85 A

¹Médias seguidas da mesma letra, dentro de cada fator na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 09 – Comparação das médias pelo teste de Tukey dos dados de fator de cobertura de plantas da mamoneira para desdobramento da interação entre espaçamentos e lâminas de irrigação, na 9^a semana após o plantio. Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009.

ESPAÇAMENTOS	LÂMINA				
	L1	L2	L3	L4	L5
E1 = 0,3 m	48,50 b ¹	62,00 a	60,25 a	62,00 a	59,75 b
E2 = 0,4 m	55,25 a	57,75 a	57,50 a	61,25 a	66,25 a

¹Médias seguidas da mesma letra minúscula, dentro de cada lâmina, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

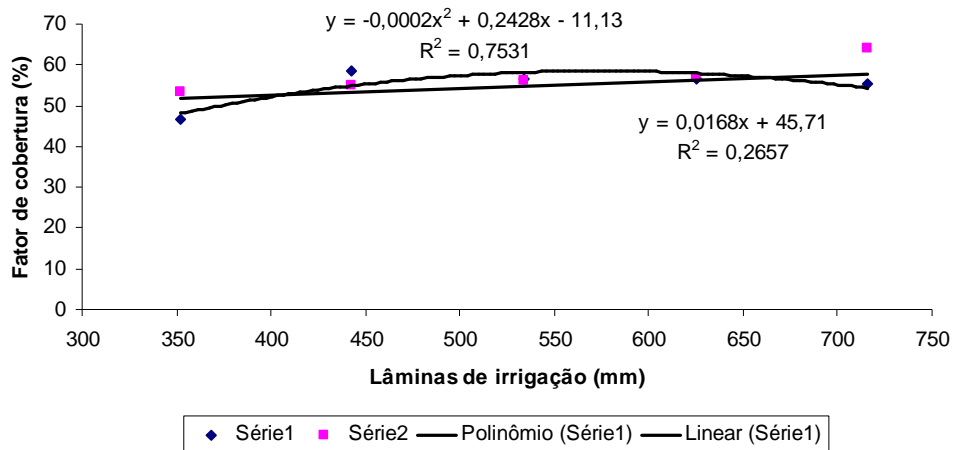


Figura 07 – Interação entre espaçamentos e lâminas de irrigação, na 8ª semana após o plantio, nas condições de Limoeiro do Norte-CE.

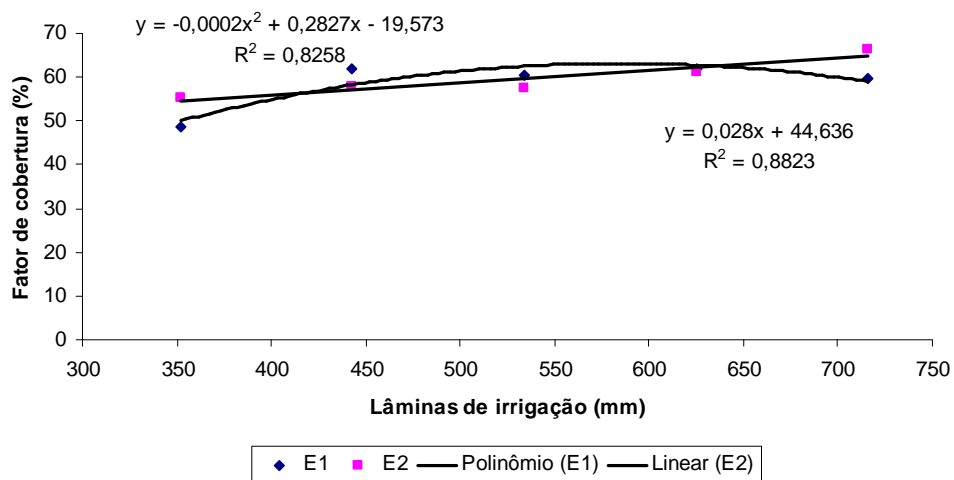


Figura 08 – Interação entre espaçamentos e lâminas de irrigação, na 9ª semana após o plantio, nas condições de Limoeiro do Norte-CE.

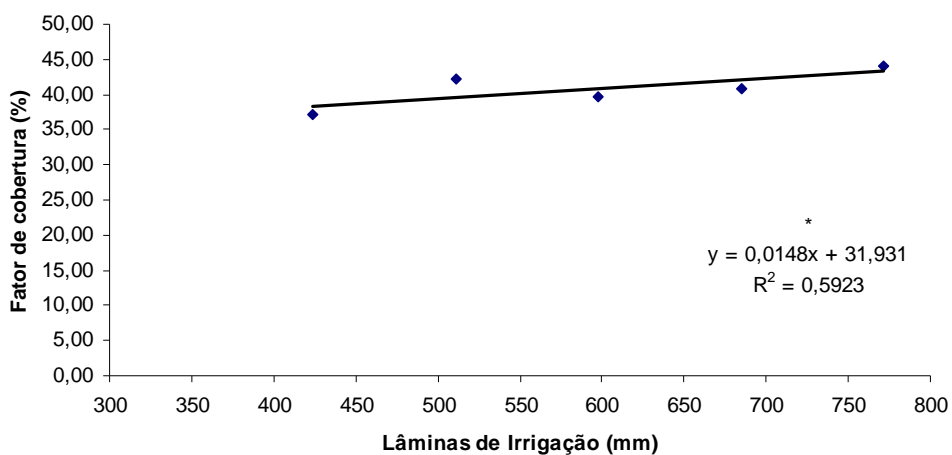


Figura 09 – Fator de cobertura durante a 5ª Semana após o plantio, de acordo com as lâminas de irrigação, Mossoró, RN, 2007-2008. *Regressão significativa a 5% de probabilidade.

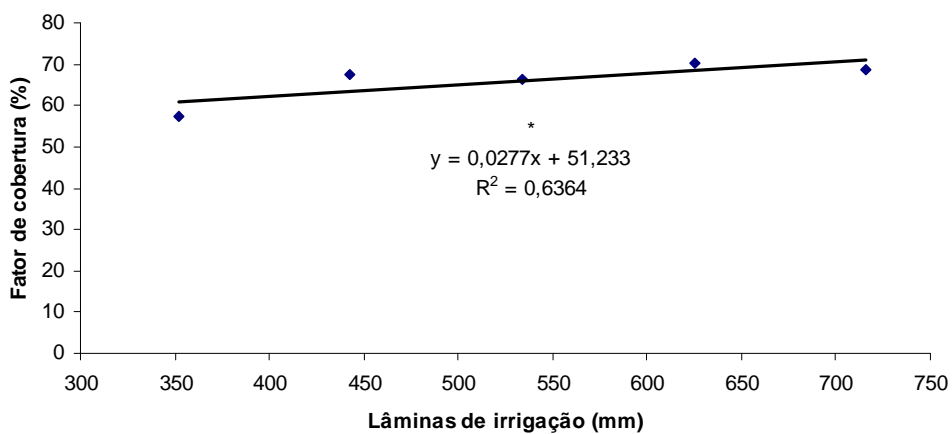


Figura 10 – Fator de cobertura durante a 13ª Semana após o plantio, de acordo com as lâminas de irrigação, Limoeiro do Norte-CE, 2008-2009. *Regressão significativa a 5% de probabilidade.

A curva de fator de cobertura, em função do dia após o semeio, mostra que a total cobertura do solo, no experimento de Mossoró-RN, ocorreu antes dos 40 dias após o semeio (FIGURA 11), e nas condições de Limoeiro do Norte, mesmo com o prolongamento dos dias de leitura, a cobertura do solo ficou próxima de 80% (FIGURA 12); neste experimento observa-se que aos 60 dias o kc foi 1,1 e que as plantas deveriam estar com 100% de fator de cobertura, sendo que com esta idade as plantas ainda estavam com fator de cobertura próximo a 60%. Em ambas as situações o fator de cobertura teve crescimento acentuado após os 30 dias. Esses resultados estão de acordo com DIAS et al. (2008a), os quais evidenciaram que o período de maior crescimento em relação à cobertura do solo para essa mesma cultivar ficou compreendido entre o 44º e 51º dia após a semeadura, isto é, entre a sétima e a oitava semana.

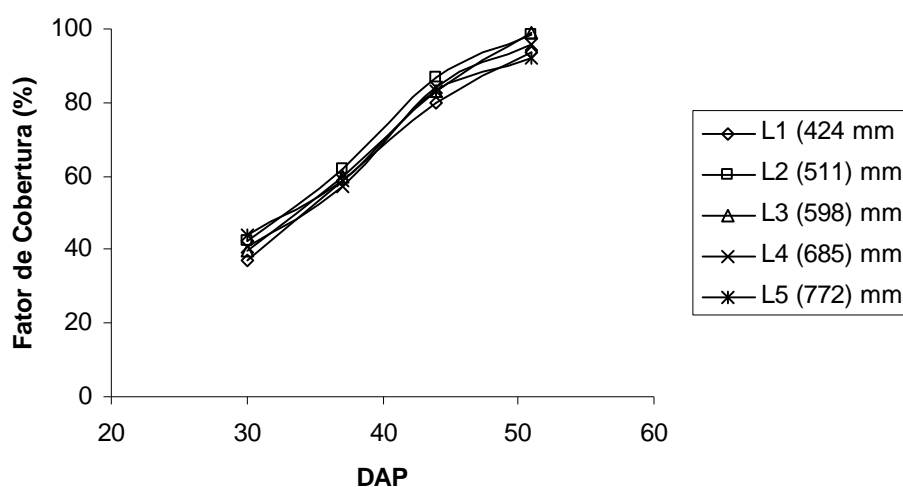


Figura 11 - Fator de cobertura (%) a partir da 5ª semana após o plantio, de acordo com as lâminas de irrigação, Mossoró-RN, 2007-2008.

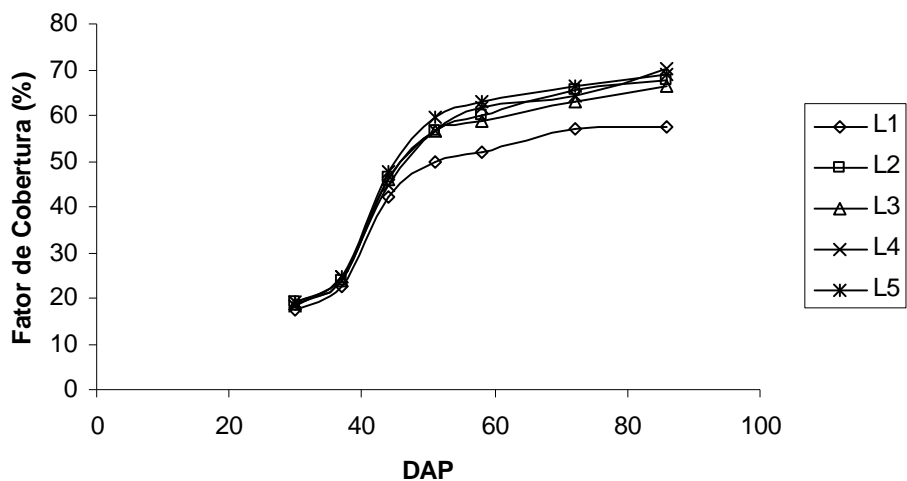


Figura 12 - Fator de cobertura a partir da 5ª semana após o plantio, de acordo com as lâminas de irrigação, Limoeiro do Norte-CE, 2008-2009.

Os baixos valores das variáveis de crescimento no experimento de Limoeiro podem estar relacionados ao baixo nível de fósforo no solo. TOMÉ JUNIOR (1997) alerta que o fósforo, mesmo presente no solo em quantidades desejáveis, é pouco móvel, diminuindo assim sua disponibilidade para as plantas, as quais podem ter seu crescimento reduzido (Severino et al.2006).

Considerando os valores de fc, para Mossoró e Limoeiro, e sendo 70 % o valor para definir o início da fase intermediária de crescimento, fase III (Allen et al., 1998), a fase III, que é a de maior demanda hídrica da cultura, iniciou-se aos 42 e 82 dias, respectivamente para Mossoró-RN e Limoeiro do Norte-CE.

2.5.3 Comportamento fisiológico

No experimento I, não foi verificada diferença estatística entre densidades (TABELA 10).

A fotossíntese apresentou crescimento linear, com o maior valor de 27 ($\mu\text{mol CO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$) para a maior lâmina de 770 mm (FIGURA 13).

A condutância estomática também apresentou crescimento linear com o aumento da irrigação, com maior taxa de $1,7 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ para lâmina de 770 mm e o menor valor de $1,2 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ para a lâmina de 430 mm (FIGURA 14).

A concentração intercelular de CO_2 e a transpiração não apresentaram efeito significativo (FIGURA 15 e 16).

Tabela 10 – Estatística F e médias das variáveis fisiológicas da mamoneira: Taxa de fotossíntese (T.F), Condutância Estomática (C.E.), Concentração Intercelular de CO₂ (C.I) e Transpiração aos 50 dias sob diferentes lâminas de irrigação e densidades de plantio. Mossoró-RN. 2007-2008.

Fonte de Variação	SEMANAS DE CICLO			
	T.F $\mu\text{mol CO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$	C.E. $\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$	C.I. $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$	Transpiração $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$
Bloco	1,96 ^{n.s.}	0,21 ^{n.s.}	0,13 ^{n.s.}	2,56 ^{n.s.}
Lâmina (L)	0,88 ^{n.s.}	0,47 [*]	0,44 ^{n.s.}	0,29 ^{n.s.}
Efeito Linear	7,18 [*]	8,95 [*]	4,00 ^{n.s.}	4,15 ^{n.s.}
Efeito quad.	1,52 ^{n.s.}	0,60 ^{n.s.}	0,10 ^{n.s.}	0,54 ^{n.s.}
Espaçamento (E)	0,09 ^{n.s.}	0,50 ^{n.s.}	0,14 ^{n.s.}	0,88 ^{n.s.}
Interação (LxE)	0,13 ^{n.s.}	2,37 ^{n.s.}	1,72 ^{n.s.}	3,80 ^{n.s.}
C.V. 1 (%)	7,18	35,17	4,40	15,16
C.V. 2 (%)	11,67	27,95	3,11	6,10
MÉDIAS				
E1	26,95 A ¹	1,55 A	270,05 A	11,10 A
E2	26,65 A	1,65 A	269,05 A	10,90 A

¹Médias seguidas da mesma letra, dentro de cada fator na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. ** significativo a 0,01 de probabilidade; * significativo a 0,05 de probabilidade; n.s.não significativo, pelo teste F.

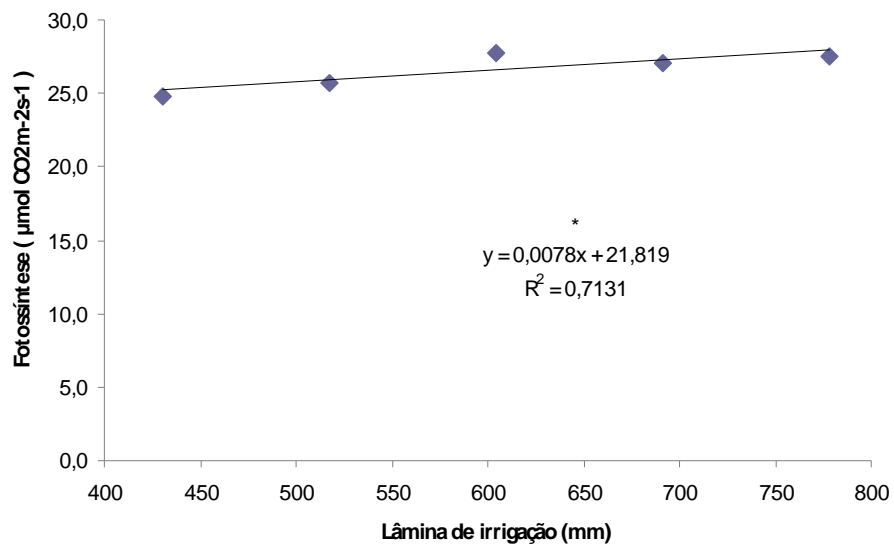


Figura 13 - Taxa de fotossíntese em função de cinco níveis de irrigação, Mossoró, RN, 2007-2008. *Regressão significativa a 5% de probabilidade.

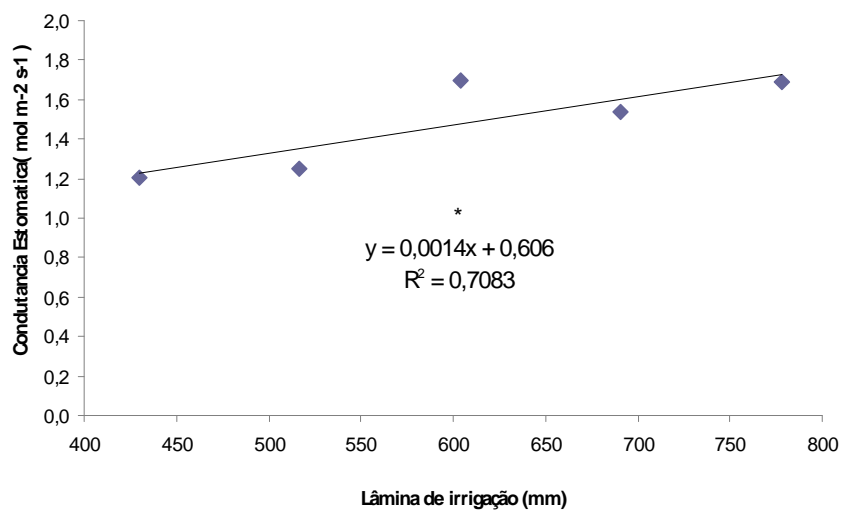


Figura 14 - Condutância estomática em função de cinco níveis de irrigação, Mossoró, RN, 2007-2008. *Regressão significativa a 5% de probabilidade.

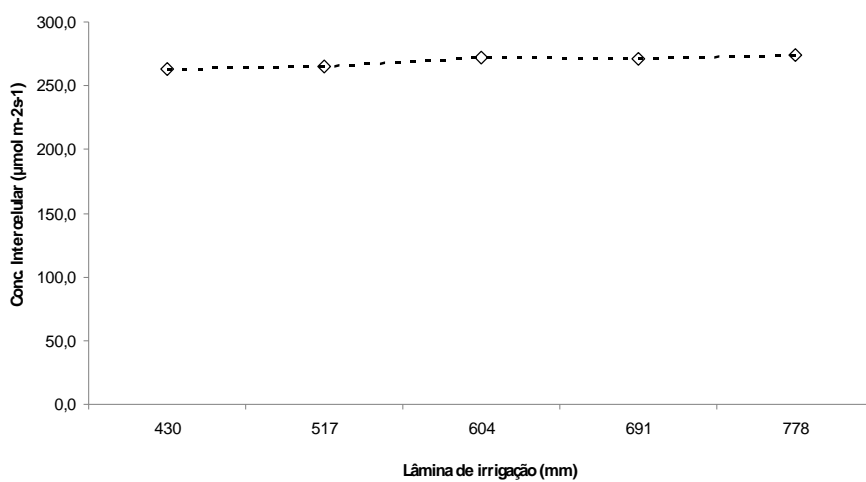


Figura 15 – Concentração intercelular de CO₂ em função de cinco níveis de irrigação, Mossoró, RN, 2007-2008.

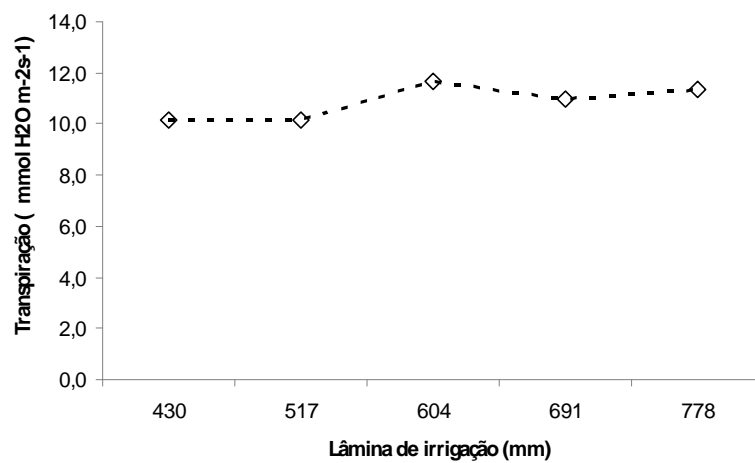


Figura 16 – Transpiração em função de cinco níveis de irrigação, Mossoró, RN, 2007-2008.

No experimento II, também não foi verificada diferença estatística para o fator densidade para as variáveis de fisiologia estudadas; contudo foi verificada a interação estatística significativa para a transpiração entre lâminas e espaçamentos (TABELA 11 e FIGURA 17).

Tabela 11 – Estatística F e médias das variáveis fisiológicas da mamoneira: Taxa de fotossíntese (T.F), Condutância Estomática (C.E.), Concentração Intercelular de CO₂ (C.I) e Transpiração aos 50 dias sob diferentes lâminas de irrigação e densidades de plantio. Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009.

SEMANAS DE CICLO				
Fonte de Variação	T.F μmol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹	C.E. mol m ⁻² s ⁻¹	C.I. μmol m ⁻² s ⁻¹	Transpiração mmol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹
Bloco	20,45*	9,06*	0,001 ^{n.s}	8,19*
Lâmina (L)	5,49*	4,11*	1,98 ^{n.s}	25,38**
Efeito Linear	6,65*	5,33*	3,19 ^{n.s}	51,92**
Efeito quad.	15,1**	8,42*	2,71 ^{n.s}	9,72*
Espaçamento (E)	1,16 ^{n.s}	0,00 ^{n.s}	0,008 ^{n.s}	0,10 ^{n.s}
Interação (LxE)	1,74 ^{n.s}	1,08 ^{n.s}	2,44 ^{n.s}	4,14*
C.V. 1 (%)	8,17	20,30	2,66	7,00
MÉDIAS				
E1	25,90 A ¹	0,852 A	282,90 A	10,00 A
E2	24,90 A	0,850 A	283,20 A	10,01 A

¹significativo a 0,01 de probabilidade; * significativo a 0,05 de probabilidade; n.s.não significativo, pelo teste F.

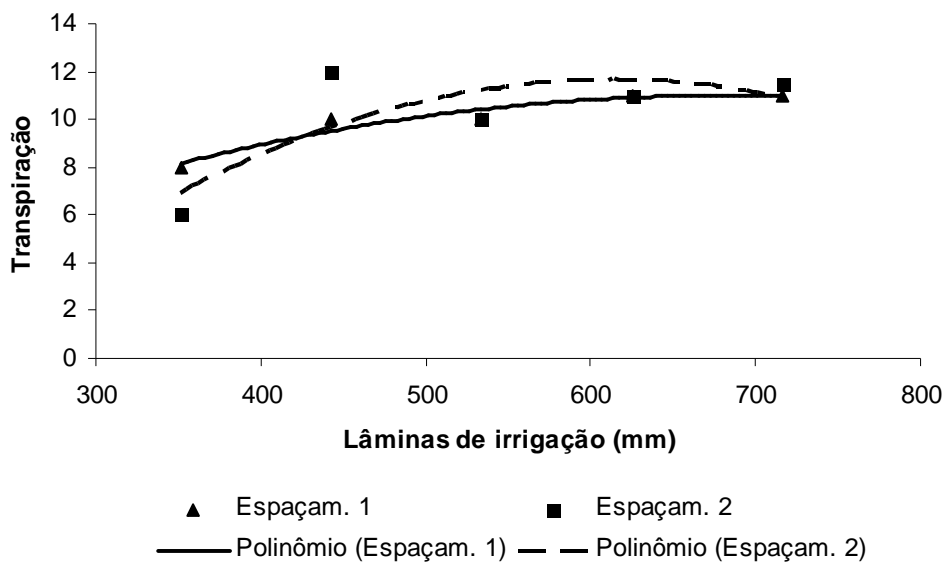


Figura 17 – Interação dos valores de transpiração de plantas da mamoneira aos 50 dias em função das lâminas de irrigação, Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009.

Em relação às lâminas de irrigação verificou-se que a taxa de fotossíntese, condutância estomática e transpiração aumentaram com o incremento da lâmina de irrigação, seguindo um modelo quadrático, obtendo valores máximos para as lâminas L1, L2, L3, L4 e L5, respectivamente.

O maior valor para a fotossíntese de $27 \mu\text{mol CO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ foi verificado para a lâmina de 550 mm e o menor valor $22 \mu\text{mol CO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ para lâmina de 350 mm (FIGURA 18). A fotossíntese atinge seu ponto máximo e não há mais incremento, possivelmente por conta da saturação do solo devido ao teor de argila e também da lavagem de nutrientes com o excesso de água no solo. Beltrão et al. (2003) encontraram valores de fotossíntese para a mamona de $19,17 \mu\text{mol CO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

Para a condutância estomática, o maior valor foi de $1 \text{ mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ e o menor valor de $0,56 \text{ mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (FIGURA 19). A transpiração apresentou maior valor na

lâmina de 640 mm de $11 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ e o menor valor de $7,5 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ para a lâmina L1(FIGURA 20). Apenas a concentração intercelular de CO_2 não apresentou regressão significativa (FIGURA 21).

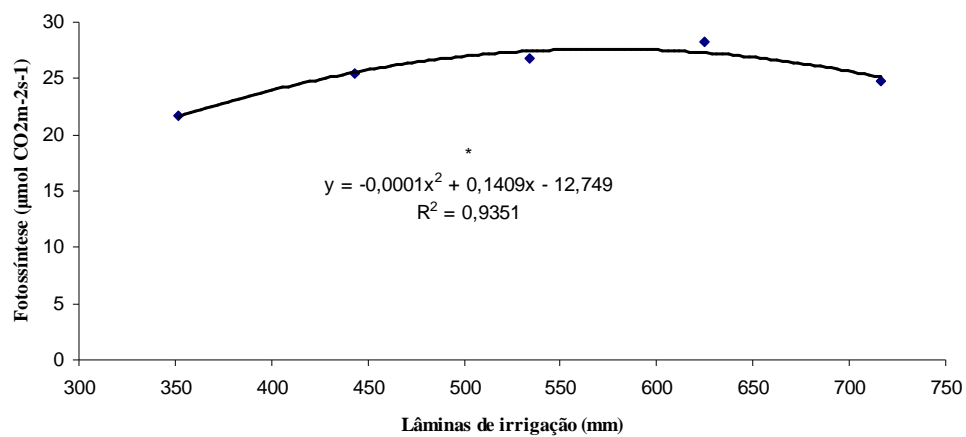


Figura 18 - Taxa de fotossíntese em função de cinco níveis de irrigação, Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009. *Regressão significativa a 5% de probabilidade.

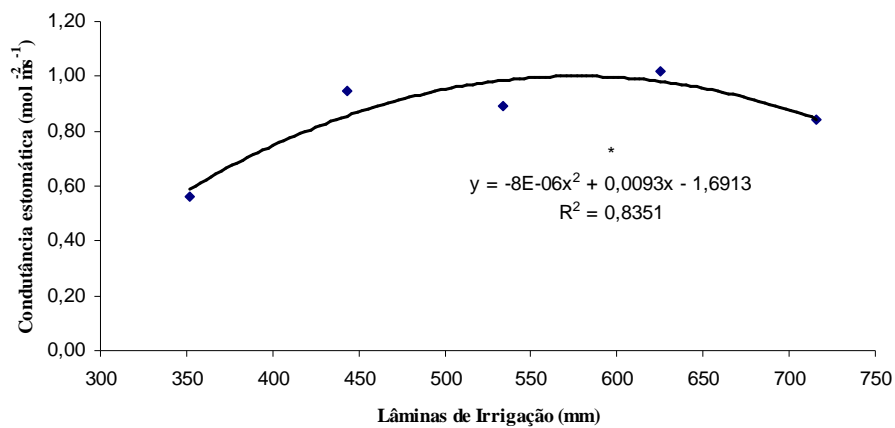


Figura 19 – Conduância estomática de mamona em função de cinco níveis de irrigação, Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009. *Regressão significativa a 5% de probabilidade.

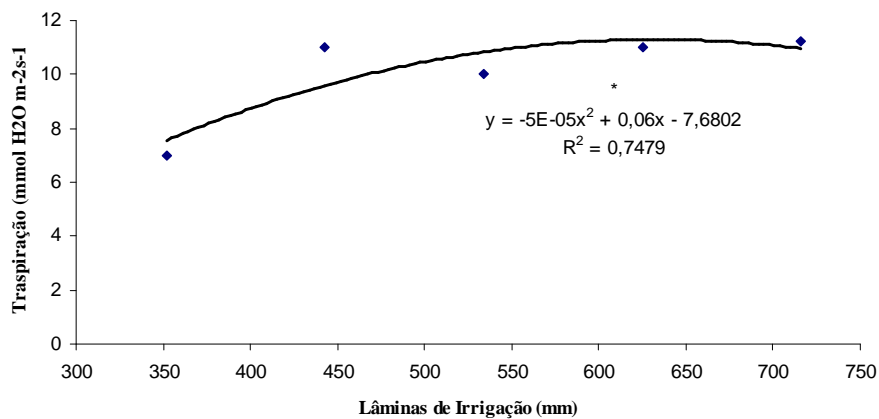


Figura 20 – Transpiração de mamona em função de cinco níveis de irrigação, Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009. *Regressão significativa a 5% de probabilidade.

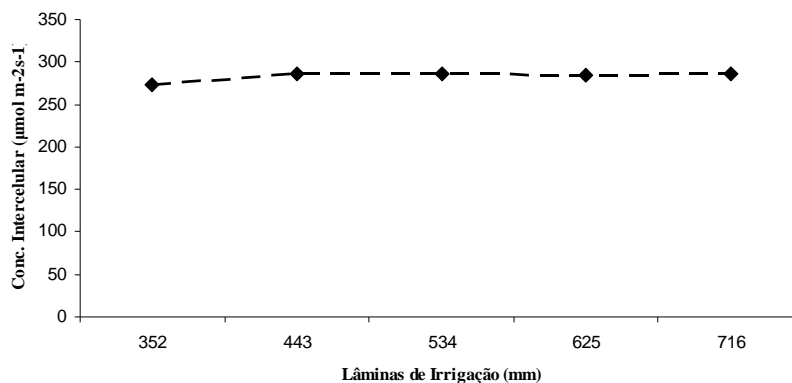


Figura 21 – Concentração intercelular de mamona em função de cinco níveis de irrigação, Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009.

Esses resultados concordam com Beltrão et al. (2003), segundo os quais o estresse hídrico por falta reduz a fotossíntese.

A fotossíntese em Mossoró foi incrementada com a lâmina de irrigação e em Limoeiro apresentou declínio para as lâminas acima de 550 mm, possivelmente devido a maior disponibilidade de água por se tratar de solo argiloso.

A concentração intercelular de CO₂ em Mossoró foi menor que em Limoeiro, pois neste último houve um gradiente menor para tirar o vapor d'água concentrando mais CO₂, sendo que a fotossíntese apresentou valores similares entre as localidades.

A condutância estomática em Limoeiro foi menor. Daí por que concentrou mais CO₂ nos estômatos e, com a condutância menor, a planta aumentou a transpiração em Limoeiro; um maior gradiente de energia diminuiu a transpiração nas plantas baixas e essas plantas apresentaram uma menor resistência aerodinâmica.

O consumo de água no experimento Mossoró foi maior que no de Limoeiro, onde, para aquelas condições, um déficit hídrico de 80 % foi considerado alto. O déficit hídrico afeta a bioquímica, a fisiologia, a morfologia e os processos de

desenvolvimento das plantas, reduzindo a fotossíntese de três maneiras: pela redução na área foliar disponível para interceptar a radiação solar, pela redução da difusão do CO₂ para dentro da folha e pela redução da habilidade dos cloroplastos para fixar o CO₂ que neles penetram (JONES, 1985). O estresse hídrico causa, em curto prazo, reduções na condutância estomática e no crescimento de folhas e, em longo prazo, reduções no crescimento do caule das plantas (GOLLAN et al., 1986).

Vale ressaltar que as variáveis fotossintéticas no experimento de Limoeiro do Norte-CE foram reduzidas devido ao fato de que dos 75 kg ha⁻¹ de fósforo necessários para aplicação só 20% desse valor existiam no produto comercial aplicado.

2.6 CONCLUSÕES

As densidades de plantio não exerceram influência sobre as variáveis de crescimento.

As lâminas de irrigação foram significativas para a altura de planta apenas na 5ª e 13ª semana de Limoeiro do Norte-CE.

Para o fator de cobertura foi verificado efeito da lâmina de irrigação na 5ª semana em Mossoró-RN e 13ª semana de Limoeiro do Norte-CE.

As condições ambientais afetaram o crescimento das plantas de mamona.

A fotossíntese e a condutância estomática dos experimentos e a transpiração em Limoeiro do Norte diminuíram com a redução na lâmina de irrigação.

As taxas de fotossíntese, condutância estomática, concentração intercelular de CO₂ e transpiração não foram influenciadas pelas densidades.

A concentração intercelular de CO₂ não apresentou efeito significativo para as lâminas de irrigação.

REFERÊNCIAS

AFERRI, F. S.; SIEBENEICHLER, S. C.; SÁ, C. H. A. C. de.; COSTA, J. da L.; LIMA, S. de O.; RAMOS, P. da C.; NAOE, L. K.; COIMBRA, R. R. Características agronômicas de duas cultivares de mamona sob diferentes densidade de plantas no Tocantins. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA MAMONA, III, 2008, Salvador, BA. **Anais....** Salvador: 2008. CD-ROM.

ALENCAR, E.L.L. de. **Química e mineralogia de três pedons originário de calcário da Chapada do Apodi-CE.** Fortaleza: 2002. 83p.

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements.** Rome: FAO, 1998. 297p. (FAO, Irrigation and Drainage Paper, 56).

ALVES, G. da S.; BELTRÃO, N. E. de. M.; ALBUQUERQUE, F. A. de. GONDIM, T. M. de S.; SAMPAIO, L. R.; FREIRE, M. A. de O.; SANTOS, J. B. dos. Crescimento inicial de duas cultivares de mamona (*Ricinus communis*) em diferentes populações. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA MAMONA, III, 2008, Salvador, BA. **Anais....** Salvador: 2008. CD-ROM.

AWAD, M.; CASTRO, P. R. C. **Introdução à fisiologia vegetal.** São Paulo: Nobel, 1983.

AZEVEDO, J. H. O.; SOUSA, C. C. M.; FREITAS, C. A. S.; MESQUITA, A. M. M.; BEZERRA, F. M. L. Influência de lâminas de irrigação nos componentes de produção da bananeira. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 17. **Anais...** Mossoró: ABID, 2007. CD-ROM.

AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N. E. de M. **O agronegócio da mamona no Brasil.** Embrapa Algodão (Campina Grande, PB). 2. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007.

BARROS JUNIOR, G.; GUERRA, H. O. C.; LACERDA, R. D. de.; CAVALCANTI, M. L. F.; BARROS, A. D. de. Análise de crescimento da mamoneira submetida ao estresse hídrico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA MAMONA, I, 2004, Campina Grande, PB. **Anais...** Disponível em: < <http://www.biodieselbr.com/pdf/mamona/171.PDF> > Acesso em: 31 maio. 2009.

BELTRÃO, N. E. de M.; ALVES, G. da S.; LUCENA, A. M. A. de; OLIVEIRA, M. I. P. de. Mudanças morfofisiológicas na mamoneira cultivar BRS Nordestina em função do ambiente e do seu ciclo de vida. . In: CONGRESSO BRASILEIRO DA MAMONA, III, 2008, Salvador, BA. **Anais....** Salvador: 2008. CD-ROM.

BELTRÃO, N. E. de M.; SOUZA, J. G. de.; SANTOS, W. dos S.; JERÔNIMO, J. F.; COSTA, F. X.; LUCENA, A. M. A. de. QUEIROZ, U. C. de. Fisiologia da mamoeira, cultivar BRS 149 Nordestina, na fase inicial de crescimento, submetida a estresse hídrico. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.7, n.1, p.659-664, jan-abr. 2003. Disponível em: < <http://www.balcom.org.br:8080/trade/upload/9944141155759152164.pdf> > Acesso em 15 mar. 2009.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42 p.

BRASIL. **Levantamento Exploratório** – Reconhecimento de solos do Estado do Ceará. Recife: 1973.

CARMO FILHO, F.; OLIVEIRA, O. F. **Mossoró: um município do semi-árido nordestino, caracterização climática e aspecto florístico**. Mossoró: ESAM, 1995. 62p. (Coleção Mossoroense, série B).

CURI, S., et al. Evapotranspiração e Coeficiente de Cultura da Mamoneira em Santo Antonio do Leverger – MT. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, I, 2004. Campina Grande, PB. **Anais...**, Campina Grande: 2004.

DIAS, A. F. de S.; PORTO FILHO, F. de Q.; MEDEIROS, J. F. de. OLIVEIRA, A. M. de S.; SOUZA, P. S. de.; ALMEIDA NETO, A. J. de. Crescimento e produção da mamoneira fertirrigada em Mossoró-RN. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA MAMONA, III, 2008, Salvador, BA. **Anais....** Salvador: 2008.

GOLLAN, T.; PASSIOURA, J.B.; MUNNS, R. Soil water status affects stomatal conductance of fully turgid wheat and sunflower leaves. **Australian Journal of Plant Physiology, Melbourne**, v. 13, n. 1, p. 459-464, 1986.

JONES, C.A. **C4 Grasses and Cereals: Growth, Development and Stress Response**. New York: John Wiley & Sons, 1985. 419 p.

KELLER, J.; BLIESNER, R. D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: van Nostrand Reinhold, 1990. 652p.

LIMA, C.J.G.S. et al. Eficiência do uso da água pelo meloeiro Gália fertirrigado. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA IRRIGAÇÃO, I, 2007. Sobral, CE. **Anais...** Sobral: 2007. CD-ROM.

OLIVEIRA, I.; ZANOTTO, M. D. Eficiência da seleção recorrente para redução da estatura de plantas em mamoneira (*Ricinus communis* L.) **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n.4, p. 1107-1172, jul./ago., 2008b.

OLIVEIRA, M. I. P de.; BELTRÃO, N. E. de M.; LUCENA, A. M. A. de.; SILVA, G. A. da. Fatores que podem influenciar o crescimento e desenvolvimento da mamoneira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA MAMONA, III, 2008, Salvador, BA. **Anais....** Salvador: 2008. CD-ROM

PINTO, C. de M.; TÁVORA, F. J. F. A.; BEZERRA, M. A.; CORRÊA, M. C. M. Crescimento, distribuição do sistema radicular em amendoim, gergelim e mamona a ciclos de deficiência hídrica. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, s.3, p. 429, jul-set, 2008. Centro de Ciências Agrárias – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Divisão de Pesquisa Pedológica. Convênios MA/DNPA – SUDENE/DRN, MA/CONTAP/USAID/ETA, 1973. Recife. 502p. (Boletim Técnico, 28)

REICHARDT, K. **Água em sistemas agrícolas**. São Paulo: MANOLE, 1990.

RODRIGUES, L. N.; NERY, A. R.; FERNANDES, P. D.; BELTRÃO, N. E. de M. Taxas de crescimento em altura da mamoneira submetida ao estresse hídrico-salino. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA MAMONA, III, 2008, Salvador, BA. **Anais...** Salvador: CD ROM.

SAUSEN, T. L. Respostas fisiológicas de *Ricinus communis* à redução na disponibilidade de água no solo. **Dissertação**. 71 f. (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; MORAES, C. R. de A. ; GONDIM, T. M de S.; FREIRE, W. S. de A. F.; CASTRO, D. A. de; CARDOSO, G. D.; BELTRÃO, N. E. de M. Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com macronutrientes e micronutrientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, p.563-568, abr. 2006.

SEVERINO, L. S.; LIMA, C. L. D. de; BELTRÃO, N. E. de M.; CARDOSO, G. D. C.; FARIAS, V. de A. Mamoneira submetida a encharcamento do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA MAMONA, I, 2004, Campina Grande, PB. **Anais...** Disponível em: < <http://www.biodieselbr.com/pdf/mamona/027.PDF> > Acesso em: 15 mar. 2009

SOUZA, N. C. dos S. ALVES, V.; LIMA, J. F. de.; PEIXOTO, C. P.; SANTIAGO, A. N.; BORGES, V. P.; MACHADO, G. da S.; NASCIMENTO, A. C.; CEDRAZ, K. de A.; SILVA, L. D. da. Índice de área foliar e taxa de crescimento de cinco cultivares de mamoneira (*Ricinus communis* L.) no Recôncavo Baiano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA MAMONA, III, 2008, Salvador, BA. **Anais....** Salvador: 2008. CD-ROM.

TOMÉ JUNIOR, J. B. **Manual para interpretação de análise de solo**. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247p.

CAPÍTULO 3
PRODUÇÃO DE MAMONA CULTIVAR ‘BRS ENERGIA’
SUBMETIDA A DIFERENTES ESPAÇAMENTOS E LÂMINAS DE
IRRIGAÇÃO NAS CONDIÇÕES DA CHAPADA DO APODI.

RESUMO

ALMEIDA NETO, Antonio Jerônimo de. **Produção de mamona cultivar ‘BRS Energia’ submetida a diferentes espaçamentos e lâminas de irrigação nas condições da Chapada do Apodi.** 2009. 107f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2009.

A mamoneira é uma oleaginosa de relevante importância econômica e social, cujas sementes se extraem um óleo de valiosas propriedades e de largo uso na indústria. Diversos fatores exercem marcante influência no rendimento e na obtenção de sementes de alta qualidade de mamona, a saber: o local de produção, épocas de plantio, irrigação, densidades de plantio, dentre outros. Dentro deste contexto o presente trabalho teve como objetivo avaliar a produção de plantas de mamona submetida a diferentes lâminas de irrigação e densidades de plantio, nos municípios de Mossoró-RN e Limoeiro do Norte-CE. Os experimentos foram realizados nos períodos de 09/2007 a 01/2008 e 08/2008 a 01/2009, utilizando a cultivar “BRS ENERGIA”. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, no esquema de parcelas subdividida (5 x 2), com quatro repetições. Nas parcelas foram alocadas as lâminas de irrigação [L1 = 60%; L2 = 80%; L3 = 100%; L4 = 120% e L5 = 140% da evapotranspiração da cultura (ETc)] e nas subparcelas os espaçamentos de plantio em fileira dupla (E1 - 1,50m x 0,30m x 0,30m e E2 - 1,50m x 0,30m x 0,40m, respectivamente, 0,3 e 0,4 m entre plantas na fileira). As parcelas apresentavam duas fileiras duplas de 18 m de comprimento, divididas em duas subparcelas (espaçamentos de plantio) de 9 m cada. A Lamina de 685 mm condicionou o maior rendimento do total de plantas da mamoneira BRS Energia. As densidades de plantio exerceram influência sobre a produção de frutos e grãos nas condições de Limoeiro do Norte-CE. A produção de frutos e grãos diminuíram com a redução na lâmina de irrigação. O peso médio de um grão não foi influenciado pelas densidades de plantio e nem pela redução das lâminas de irrigação. A eficiência do uso da água decresceu com o incremento na lâmina aplicada.

Palavras-chave: *Ricinus communis* L., densidade, irrigação e produção.

ABSTRACT

ALMEIDA NETO, Antonio Jeronimo de. **Production of castor bean submitted to different irrigation water depths and spacings under the conditions of chapada do Apodi.** 2009. 2009. 107f. Thesis (Ph.D in Agronomy: Plant Science) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2009.

Castor oil tree is an oleaginous plant of outstanding economical and social importance, from whose seeds one can extract an oil owing valuable properties and widely employed in industry. Several factors have a remarkable influence on the yield and on the obtaining of high quality seeds of castor bean: the place where production takes place, planting periods, irrigation, planting densities, among others. Within this context this work aimed to evaluate the production of production of castor oil plants when submitted to different water depths of irrigation and planting densities in Mossoró-RN and Limoeiro do Norte-CE. The experiments were carried out in the periods from 09/2007 until 01/2008 and from 08/2008 until 01/2009, using the cultivar “BRS ENERGIA”. The experimental design chosen was random blocks (RB), in the split plot designs (5 x 2), with four repetitions. In the plots irrigation water depths were allocated [L1 = 60%; L2 = 80%; L3 = 100%; L4 = 120% e L5 = 140% of evapotranspiration of the crop (ETc)] and in the split plots the planting densities in double row (E1 - 1,50m x 0,30m x 0,30m e E2 - 1,50m x 0,30m x 0,40m, respectively, 0,3 e 0,4 m between plants in the row). The plots showed two double rows measuring 18 meters, divided in two split plots (planting spacings) each measuring 9 meters. The 685mm water depth conditioned the biggest yield of the total of castor oil plants BRS Energia. The planting densities have an influence over the production of fruits and grains under the conditions of Limoeiro do Norte-CE. The production of fruits and grains decreased with the reduction of irrigation water depth. The average weight of one grain was not influenced by the planting densities or even by the reduction of irrigation water depths. The efficiency of the use of water decreased with the increment of the water depth being applied.

Key-Words: *Ricinus communis* L., growing and physiology

3.3 INTRODUÇÃO

A mamoneira é uma oleaginosa de relevante importância econômica e social, de cujas sementes se extrai um óleo de valiosas propriedades e de largo uso na indústria.

A Chapada do Apodi está contida no Semi-Árido brasileiro, tem solos férteis e água disponível para a Irrigação, mas com uso concorrido, pois tem mais solos irrigáveis do que água. Atualmente cultivam-se fruteiras e olerícolas, mas no período das chuvas os sistemas de irrigação ficam ociosos gerando grande desemprego na região. Nas condições do Semi-Árido brasileiro faz-se necessário estudar a produção de mamona com lâmina de irrigação deficitária para otimizar o uso da água de irrigação, sendo que essa Região é favorecida com solo com boas características para a agricultura sendo a água um fator limitante. Também é importante destacar que, a depender do solo, um pequeno excesso pode ocasionar falta de oxigênio na raiz em solos com problemas de drenagem e que em solos com boa drenagem o excesso de água pode lixiviar nutrientes, fazendo-se necessário o conhecimento da quantidade ideal de irrigação a depender da região.

Diversos fatores exercem marcante influência no rendimento e na obtenção de sementes de alta qualidade de mamona, a saber: o local de produção, épocas de plantio, irrigação, densidades de plantio, dentre outros (AZEVEDO; BELTRÃO, 2007).

Koutroubas et al. (2000), utilizando duas cultivares de mamona irrigada, encontraram produtividades de até 4.049 kg ha⁻¹, nas condições de clima mediterrâneo correspondendo a aumento de produtividade de aproximadamente quatro vezes a obtida sem irrigação e VIJAYA KUMAR et al. (1997) verificaram que o rendimento dos racemos principais foi de 59% do rendimento total.

Em relação ao local de produção, Severino et al. (2006) observaram produtividades e teor de óleo considerados satisfatórios nos plantios feitos em altitude inferior a 300 m.

Estudos em diferentes épocas realizados por Souza e Távora (2006) verificaram que o maior número de racemos por planta foi obtido no plantio em janeiro com irrigação suplementar ao final da estação chuvosa e que o menor valor para número de racemos/planta (7,55) foi obtido no plantio de março sem irrigação.

Aplicação de diferentes lâminas de irrigação, nas condições de Barbalha-CE, a 387 m de altitude, mostrou que com a 479,5 mm foi contabilizado maior número de frutos para o 1º cacho na cultivar BRS Energia, mostrando que a irrigação com lâmina deficitária poderá ter produções altas com mais eficiência do uso da água. Para essa cultivar, as lâminas de irrigação mais elevadas são de extrema importância para o aumento no peso das sementes para o 2º cacho e que esta cultivar não foi influenciada pelas diferentes populações de plantas (SILVA et al., 2008a). Dias et al. (2008b) obtiveram para todas as variáveis econômicas estudadas, um incremento na resposta econômica à medida que se aplicou uma maior lâmina de irrigação; e Silva et al. (2008b) afirmaram que é de extrema importância que a partir da emissão da 2ª inflorescência deva-se alertar para uma maior aplicação de lâmina de irrigação. Em relação ao espaçamento, esses autores verificaram também, que a população de 35.460 plantas ha⁻¹ deteve melhores produtividades na produção de frutos do 2º cacho, onde que para essa cultura a população depende do porte do material utilizado, da umidade, da fertilidade do solo e de fatores ligados ao manejo cultural (AZEVEDO; BELTRÃO, 2007).

Esse trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a produção de mamona cultivar 'BRS Energia' submetida a diferentes espaçamentos e lâminas de irrigação nas condições da Chapada do Apodi, que apresenta altitude inferior a 150 m.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos, um em Mossoró-RN e outro em Limoeiro do Norte-CE, ambos na Chapada do Apodi. O primeiro ensaio foi realizado no período de 09/2007 a 01/2008 na Estação Experimental da Fazenda Alagoinha, pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-Árido-UFERSA, localizado no município de Mossoró, Rio Grande do Norte, na latitude de 5°03'40'' S, longitude 37° 23'51'' e altitude de 72 m. O solo do local é do tipo Latossolo Vermelho Amarelo. O segundo trabalho foi realizado no período de 08/2008 a 01/2009 na Unidade Experimental de Pesquisa e Extensão (UEPE), localizada no município de Limoeiro do Norte, Ceará, na latitude de 5°08'44'' S, longitude 38° 05'53'' em altitude de 135 m, num solo do tipo Cambissolo.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, no esquema de parcelas subdivididas (5 x 2), com quatro repetições, utilizando a cultivar “BRS ENERGIA”. Nas parcelas foram alocadas as lâminas de irrigação [L1 = 60 %; L2 = 80 %; L3 = 100 %; L4 = 120 % e L5 = 140 % da evapotranspiração da cultura (ETc)] e nas subparcelas as densidades de plantio em fileira dupla (E1 - 1,50m x 0,30m x 0,30m e E2 - 1,50m x 0,30m x 0,40m). As parcelas apresentavam duas fileiras duplas de 18 m de comprimento, divididas em duas subparcelas (espaçamentos de plantio) de 9 m cada (APENDICE 1).

Foram semeadas três sementes por cova e posterior desbaste para uma planta. As plantas foram adubadas segundo análise química do solo e de acordo com as exigências nutricionais da cultura. Realizaram-se capinas manuais e controle químico de formigas. Os nutrientes foram aplicados duas vezes por semana, entre o 25º e o 76º dia do ciclo, totalizando: 201 kg ha⁻¹ de uréia; 118 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio; 43 kg ha⁻¹ de nitrato de cálcio; 3,7 kg ha⁻¹ de sulfato de magnésio; 17,2 L ha⁻¹ de ácido fosfórico e 25,1 L ha⁻¹ de ácido nítrico, correspondendo a 100 kg ha⁻¹ de N, 12 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 71 kg ha⁻¹ de K₂O.

A área experimental foi irrigada por meio de sistema de irrigação de gotejamento, constando de uma linha lateral por duas linhas de plantio e emissores de 1,5 L/h, espaçados de 0,3 m. Cada um dos tratamentos teve um sistema de distribuição de água independente. As lâminas foram diferenciadas através do tempo de aplicação utilizando-se registros. As necessidades hídricas diárias da cultura para o tratamento padrão (100% da ETc) foram determinadas utilizando a equação de Penman-Monteith-FAO para determinação da ET_o, conforme apresentado por Allen et al. (1998), utilizando dados da estação meteorológica instalada próximo a área experimental. Para determinação do K_c, utilizou-se a metodologia do K_c dual e adotou-se valores de K_c basal para fase III e final do ciclo de 1,05 e 0,6, adaptado de Curi et al. (2004). Foi considerada a precipitação efetiva e a eficiência de aplicação de irrigação 91.

No primeiro experimento foi aplicada uma pré-irrigação com 28,9 mm e nos primeiros 25 dias foi aplicada a lâmina de 164,08 mm para todos os tratamentos, a partir do qual iniciou-se a diferenciação das lâminas. Desde o 1º até o 95º dia de cultivo foram aplicadas as lâminas L1 = 431 mm; L2 = 517 mm; L3 = 604 mm; L4 = 691 mm; L5 = 778 mm.

Em relação à irrigação do segundo experimento, no dia do plantio (dia zero) foi aplicado 9,1 mm e nos primeiros 16 dias as lâminas não foram diferenciadas, quando se aplicou 78,4 mm. A partir do 17º até o 98º dia as lâminas foram diferenciadas aplicando-se entre o 1º dia de cultivo até os 98 dias, respectivamente 352 mm, 443 mm, 534 mm, 625 mm, 716 mm. Em relação à adubação, estas foram realizadas diariamente, ocasião em que foram aplicados por ha 89 kg de N, 15 kg de P₂O₅, 106 kg ha⁻¹ de K₂O, 3 kg de MgO e 0,3 kg de B na água de irrigação.

As colheitas foram realizadas ao longo dos meses de dezembro e janeiro. No experimento I, foram avaliadas as seguintes variáveis: Produtividade total de Bagas (PTB), Produtividade total de Grãos (PRTGR) e Peso médio de um Grão (PMG) de planta da mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos de plantio. Mossoró-RN, 2007-2008.

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão, sendo ajustadas equações (polinomial), sendo escolhida aquela com maior valor do R^2 e com equações de regressões significativa ($p < 0,05$).

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através dos valores da análise de variância (TABELA 12), observa-se que, no primeiro experimento, a produção total de bagas (PTB), produção total de grãos (PRTGR) e peso médio de um grão (PMG), não diferiram em relação aos espaçamentos, e que a interação lâmina *versus* densidade de plantio não foi significativa. A Produtividade Total de Bagas em relação à lâmina de irrigação ajustou-se a uma equação de regressão quadrática (FIGURA 22). A reposição de água baseada em 120% da ET_c proporcionou a máxima produção de frutos acima de 4000 kg ha⁻¹.

Em relação à produtividade total de grãos (PRTGR) verifica-se um comportamento quadrático entre a variável e lâmina de irrigação e que para esta variável a reposição de água baseada em 120 % da ET_c proporcionou a máxima produção de grãos, acima de 2500 kg ha⁻¹ (FIGURA 23).

Apenas o peso de um grão não diferiu em relação às lâminas de irrigação aplicadas (FIGURA 24).

Tabela 12 – Estatística F e médias para os dados de Produtividade Total de Bagas (PTB), Produtividade Total de Grãos (PRTGR) e Peso Médio de um Grão (PMG) de planta da mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos de plantio. Mossoró-RN, 2007-2008.

SEMANAS DO CICLO			
Fonte de variação	PTB (kg ha ⁻¹)	PRTGR (kg ha ⁻¹)	PMG (kg ha ⁻¹)
Bloco	1,29 ^{n.s}	1,28 ^{n.s}	0,63 ^{n.s}
Lâmina (L)	7,852 ^{**}	9,04 ^{**}	1,05 ^{n.s}
Efeito Linear	22,32 ^{**}	28,07 ^{**}	0,001 ^{n.s}
Efeito quad.	6,90 [*]	6,22 [*]	0,002 ^{n.s}
Espaç. (E)	0,30 ^{n.s}	0,11 ^{n.s}	1,30 ^{n.s}
Int. (LxD)	1,93 ^{n.s}	1,77 ^{n.s}	1,77 ^{n.s}
C.V. 1 (%)	11,86	12,34	8,91
C.V. 2 (%)	9,49	10,08	9,25
MÉDIAS			
E1	3669,75 A	2450,70 A	0,298700 A
E2	3607,05 A ¹	2424,30 A	0,308850 A

¹Médias seguidas da mesma letra, dentro de cada fator na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. ** significativo a 0,01 de probabilidade; *significativo a 0,05 de probabilidade; n.s.não significativo, pelo teste F.

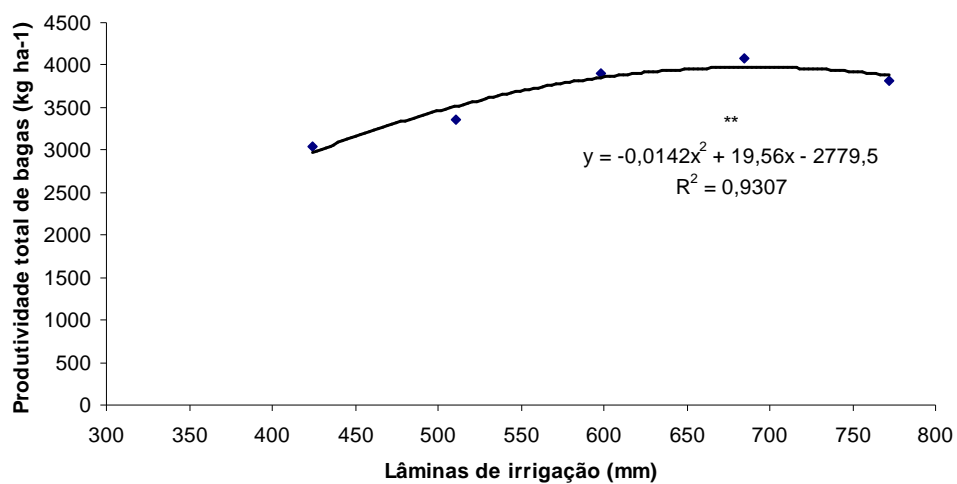


Figura 22 – Produtividade total de bagas de mamona em função da lâmina de irrigação. Mossoró-RN, 2007-2008. **Significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste “F”.

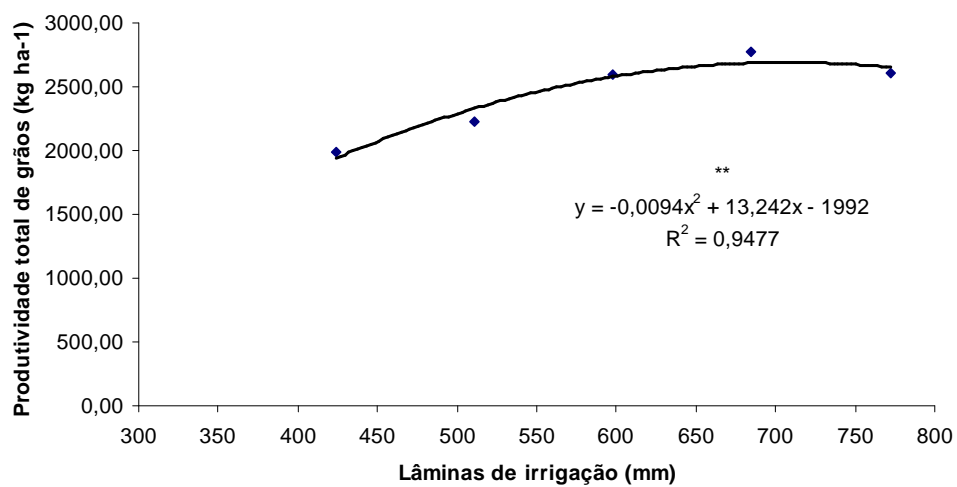


Figura 23 – Produtividade total de grãos de mamona em função da lâmina de irrigação. Mossoró-RN, 2008-2009. **Significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste “F”.

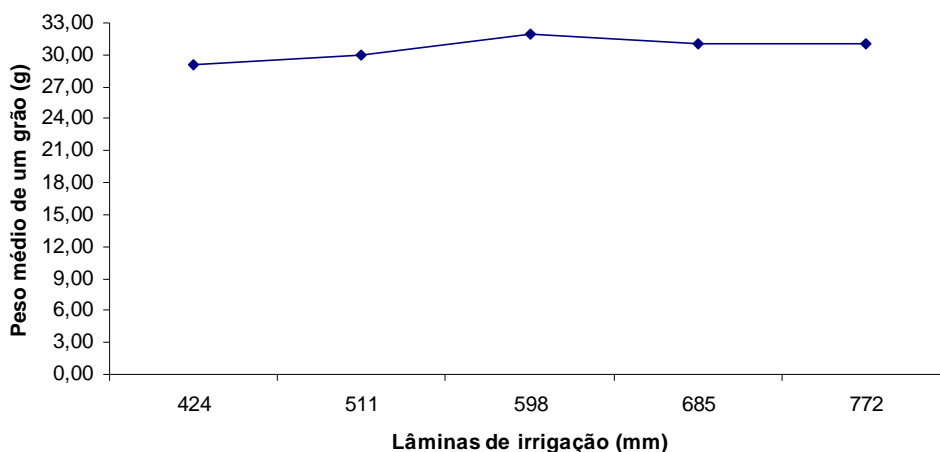


Figura 24 – Peso médio de um grão de mamona em função da lâmina de irrigação. Mossoró-RN, 2007-2008. Regressão não significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste “F”.

No experimento II, a análise de variância para Produtividade Total de Grãos (PRTGR) e Produtividade Total de Bagas (PTB) mostra que houve diferença estatística significativa para o fator densidade, onde o menor espaçamento entre plantas (E1) apresentou-se superior ao espaçamento E2. O Peso Médio um de Grão (PMG) não mostrou diferença estatística para o fator espaçamento (TABELA 13). Não foram observados efeitos significativos para a interação Lâmina e Espaçamento (L x E) para as variáveis estudadas. Esses resultados estão de acordo com os encontrados com Silva et al. (2008a), que não observaram nenhuma variação para o fator população de plantas, bem como para a interação dos fatores Lâmina x População.

Tabela 13 – Estatística F e médias para os dados de Produtividade Total de Bagas (PTB), Produtividade Total de Grãos (PRTGR) e Peso Médio de um Grão (PMG) da mamoneira sob diferentes densidades de plantio e lâminas de irrigação. Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009.

Fonte de variação	PTB (kg ha ⁻¹)	PRTGR (kg ha ⁻¹)	PMG (g)
Bloco	1,12 ^{n.s}	1,21 [*]	1,46 ^{n.s}
Lâmina (L)	3,10 [*]	3,11 [*]	0,79 ^{n.s}
Efeito Linear	8615 [*]	8,85 [*]	0,00 ^{n.s}
Efeito quad.	0,66 ^{n.s}	0,66 ^{n.s}	0,00 ^{n.s}
Espaç. (E)	5,95 [*]	6,63 [*]	3,3 ^{n.s}
Int. (LxD)	0,93 ^{n.s}	0,94 ^{n.s}	0,5 ^{n.s}
C.V.(%)	14,9	15,35	4,5
MÉDIAS			
E1	2.090 A	1.308 A ¹	0,256 A
E2	1.800 B	1.154 B	0,256 A

¹Médias seguidas da mesma letra, dentro de cada fator na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. ** significativo a 0,01 de probabilidade; *significativo a 0,05 de probabilidade; n.s.não significativo, pelo teste F.

Em relação às lâminas de irrigação verifica-se que para os dados de Produtividade Total de Bagas (PBT) A lâmina de 140% proporcionou as maiores médias, com produtividade total de 2300 kg ha⁻¹, enquanto para a L1 esta produção foi de 1470 kg ha⁻¹ (FIGURA 25).

Para a Produtividade Total de Grãos apresentou-se uma diferença de 31,51% da L5 em relação à menor lâmina. A produtividade da maior lâmina ficou acima de 1400 kg ha⁻¹, ao passo que a L1 produziu abaixo de 1000 kg ha⁻¹ (FIGURA 26). Nessa variável observa-se que a L2 e L3 apresentaram valores aproximados da diferença em percentual em relação a L5, respectivamente 9,01% e 7,52%.

Verificando o Peso Médio de um Grão (PMG), verifica-se que não houve efeito significativo da regressão (FIGURA 27).

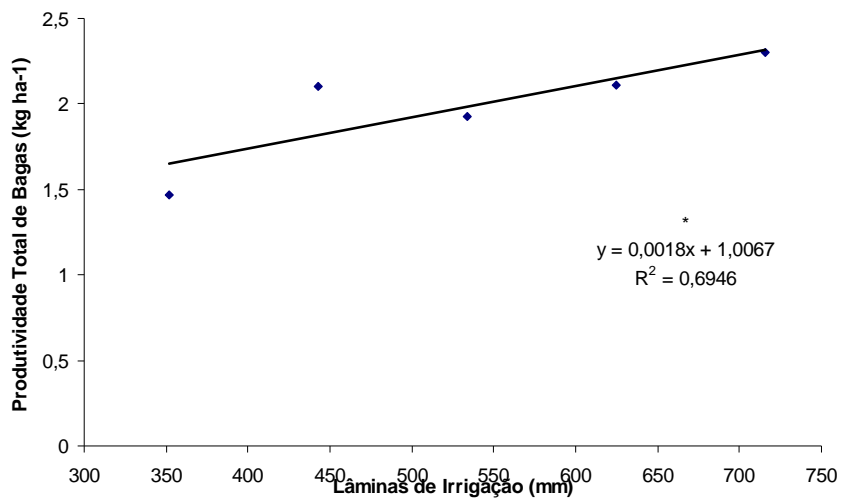


Figura 25 – Produtividade Total de Bagas de mamona em função da lâmina de irrigação. Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009. *Significativa a 5% de probabilidade pelo teste “F”.

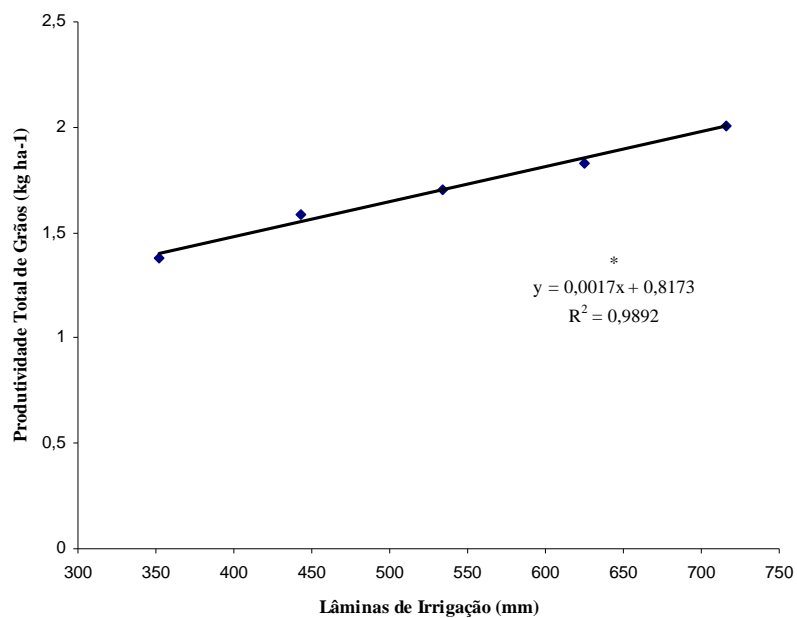


Figura 26 – Produtividade de Total de Grãos de mamona em função da lâmina de irrigação. Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009. *Significativa a 5% de probabilidade pelo teste “F”.

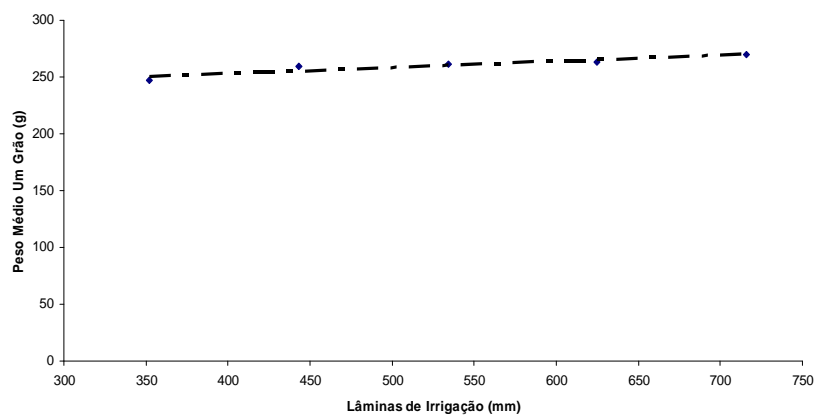


Figura 27 – Peso médio de um grão de mamona em função da lâmina de irrigação. Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009.

O comportamento quadrático também indica que ocorre um aumento da produção relativa de frutos e de grãos à medida que aumenta a lâmina de irrigação, de modo que a lâmina de 700 mm proporcionou as maiores médias de produção de frutos e de grãos nos experimentos (FIGURA 28 e 29).

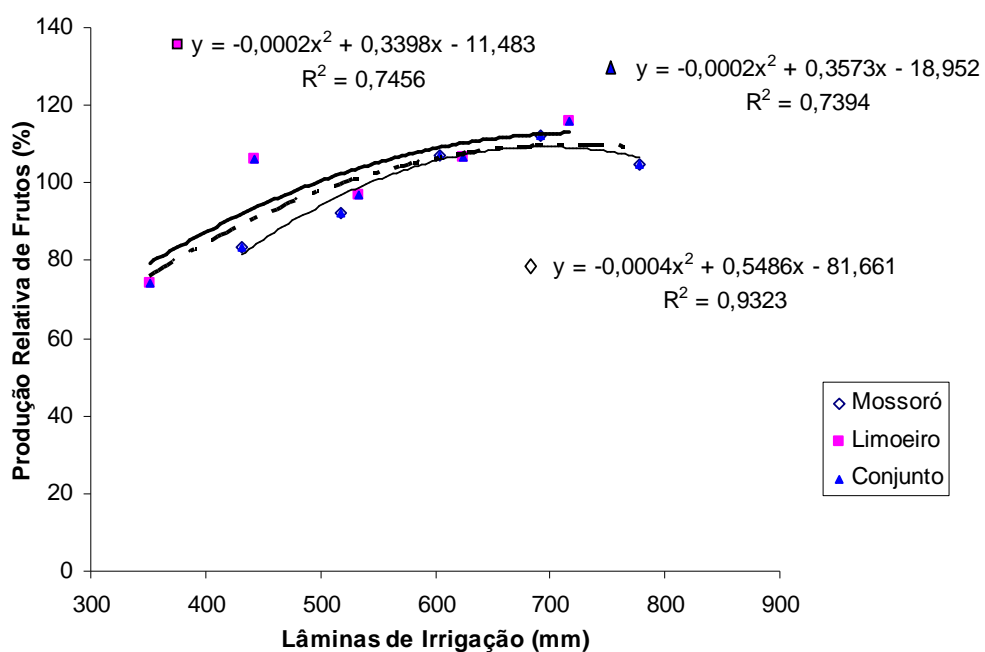


Figura 28 – Análise conjunta da produção de frutos nos dois experimentos, Mossoró, RN, 2007 a 2008 e Limoeiro do Norte-CE, 2008 a 2009.

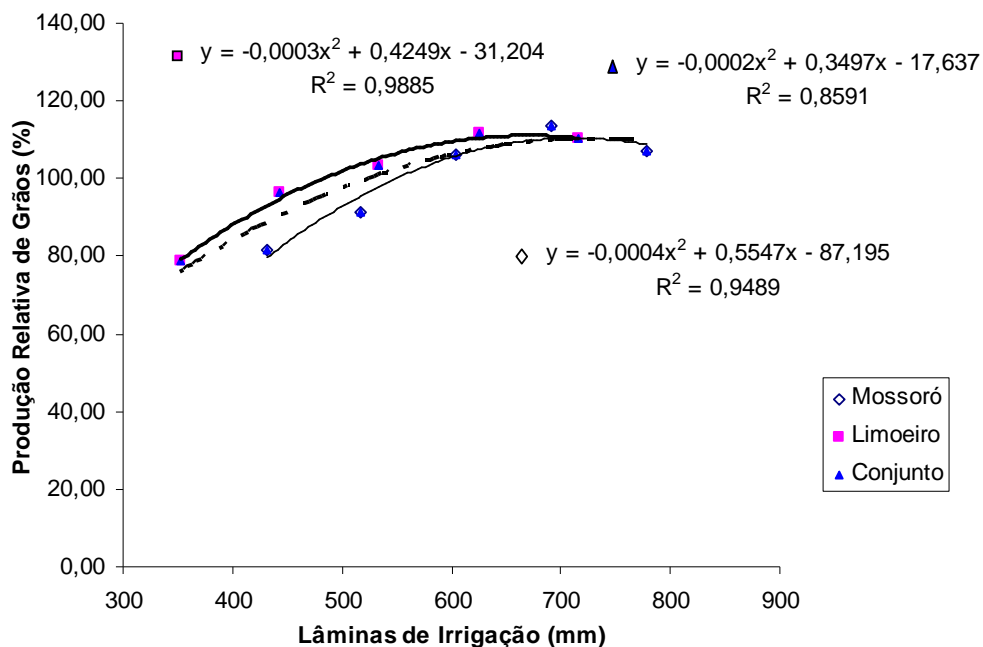


Figura 29 – Análise conjunta da produção de grãos nos dois experimentos, Mossoró, RN, 2007 a 2008 e Limoeiro do Norte-CE, 2008 a 2009.

Numa análise conjunta relacionando a produção relativa obtida em relação a produção média de cada experimento, verifica-se que os valores máximos em percentual ocorreram para a lâmina de 700 mm e que acima dessa lâmina, essa produção relativa tende a cair. Verifica-se também que a lâmina de 350 mm ainda proporcionou uma produção de 60% dos rendimentos médios obtidos nos experimentos, mostrando que a perda de rendimento é menor que a redução da lâmina (FIGURA 30).

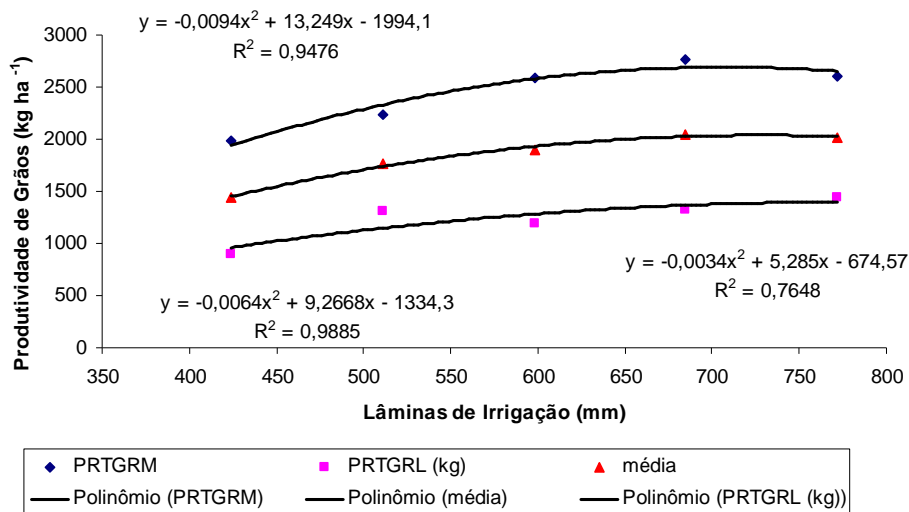


Figura 30 – Produção absoluta de mamona em Mossoró,RN, 2007 a 2008 e Limoeiro do Norte,CE, 2008 a 2009.

No experimento I, os dados de eficiência do uso de água na cultura da mamona estão apresentados na FIGURA 31, onde se evidencia decréscimo na EUA com o incremento na lâmina aplicada, sendo um parâmetro do tipo polinômio do segundo grau, com o máximo valor, correspondente a $0,47 \text{ kg m}^{-3}$, gerado pelo regime de 0,6 ETc. Para uma lâmina de irrigação ajustada a 1,4 da ETc, ou 772 mm, a eficiência foi de 0,34, com uma redução de 28% da eficiência.

Através dos dados de produção total e eficiência do uso de água na cultura da mamona, no experimento II (FIGURA 31), mostram um decréscimo na EUA com o incremento na lâmina aplicada, sendo o máximo valor, correspondente a $0,29 \text{ kg m}^{-3}$, gerado pelo regime de 0,8 ETc, verificando que para uma redução de 60% da ETc, houve aumento de 32 % na EUA. COELHO et al. (2005) afirmam que a eficiência do uso da água pode ser aumentada reduzindo-se a lâmina aplicável (evapotranspiração) de forma a não diminuir drasticamente a produtividade. Isso indica que, para as

condições em que se realizou o presente estudo, a L_1 mostrou-se a mais promissora, pois obtivemos uma diminuição de 40% no fornecimento de água à cultura com redução de 22% na produtividade. Pesquisadores (AZEVEDO et al., 2007; FARIAS et al., 2007; LIMA et al., 2007), em trabalhos com outras culturas, também encontraram maiores valores de EUA a partir de menores lâminas. Esses resultados mostram a importância da definição da lâmina de irrigação adequada para maximizar a produção por unidade de água aplicada, sobretudo para minimizar os custos de produção da mamoneira.

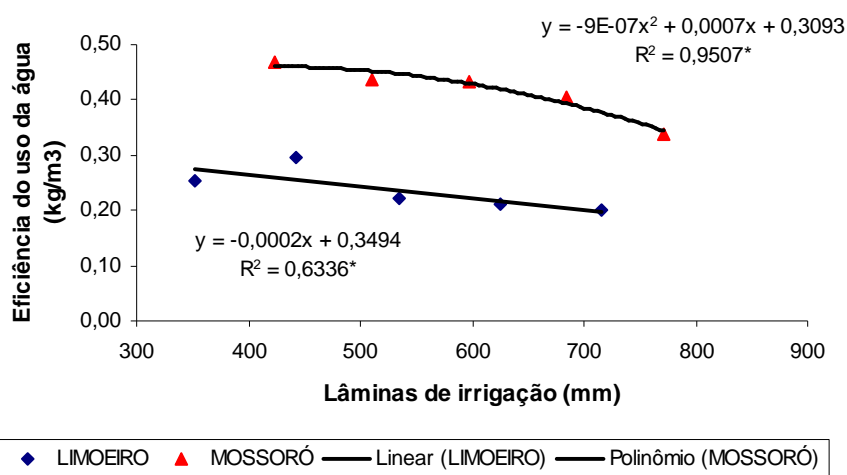


Figura 31 – Eficiência absoluta de uso de água de acordo com as lâminas de irrigação, nos municípios de Mossoró, RN, 2007 a 2008 e Limoeiro do Norte, CE, 2008 a 2009.

Esse comportamento de aumento da eficiência do uso de água com a redução da lâmina de irrigação também é seguido quando se observa a produção relativa do

experimento realizado em Mossoró-RN, e com a produção do experimento de Limoeiro do Norte (FIGURA 32).

A variabilidade no tamanho de plantas está relacionada com a competição entre plantas e a variabilidade genética entre plantas, essas características associadas a característica da cultivar, trabalhada numa situação crítica, mostra que as plantas que têm mais vigor; possivelmente, apresentaram melhor desenvolvimento, ressaltando que em cultivos extensivos se trabalha com variedades.

Foi verificada também em Limoeiro do Norte uma menor produtividade devido ao menor tamanho de grão, o qual apresentou mais casca do que polpa, o que pode reduzir assim o teor de óleo.

Vale ressaltar que a produção no experimento de Limoeiro do Norte-CE pode ter sido reduzida devido ao fato de que dos 75 kg ha⁻¹ de fósforo, necessários para aplicação, só 20% desse valor existia no produto comercial aplicado.

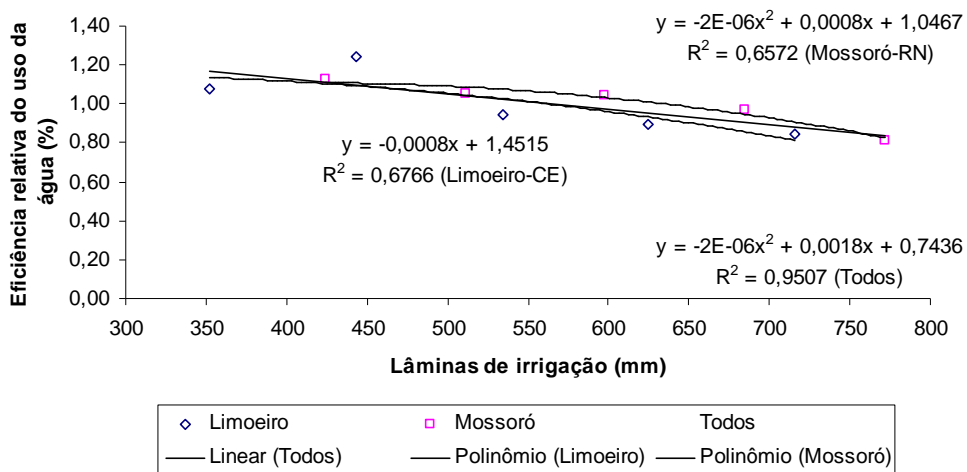


Figura 32 – Eficiência relativa do uso de água de acordo com as lâminas de irrigação, nos municípios de Mossoró, RN, 2007 a 2008 e com a produção total de Limoeiro do Norte, CE, 2008 a 2009.

3.6 CONCLUSÕES

A Lâmina de 685 mm condicionou o maior rendimento do total de plantas da mamoneira BRS Energia.

As densidades de plantio exerceram influência sobre a produção de frutos e grãos nas condições de Limoeiro do Norte-CE.

A produção de frutos e grãos diminuiu com a redução na lâmina de irrigação.

O peso médio de um grão não foi influenciado pelas densidades de plantio e nem pela redução das lâminas de irrigação.

A eficiência do uso da água decresceu com o incremento na lâmina aplicada.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N. E. de M. **O agronegócio da mamona no Brasil**. Embrapa Algodão Algodão (Campina Grande, PB). 2. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007.

AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N. E. de M. **O agronegócio da mamona no Brasil**. Embrapa Algodão Algodão (Campina Grande, PB). 2. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007.

COELHO, E. F.; COELHO FILHO, M. A.; OLIVEIRA, S. L. Agricultura irrigada: eficiência de irrigação e de uso de água. **Bahia Agrícola**, Salvador, v. 7, n. 1, p. 57-60, 2005.

CURI, S., et al. Evapotranspiração e Coeficiente de Cultura da Mamoneira em Santo Antonio do Leverger – MT. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, I, . 2004. Campina Grande, PB. **Anais...**, Campina Grande: 2004. CD ROM.

FARIAS, C. H. A.; FERNANDES, P. D.; DANTAS NETO, J.; GHEYI, H. R. Eficiência no uso da água pela cana-de-açúcar no litoral paraibano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 36. **Anais...** Bonito: SBEA, 2007. CD-ROM.

KOUTROUBAS, S. D.; PAPAKOSTA, D. K.; DOITSINIS, A. Water requirements for Castor Oil Crop (*Ricinus communis* L.) in a Mediterranean Climate. **Journal Agronomy & Crop Science**, v.184, p.33-41. 2000.

LIMA, C.J.G.S. et al. Eficiência do uso da água pelo meloeiro Gália fertirrigado. In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA IRRIGAÇÃO, I, 2007. Sobral, CE. **Anais....**, Sobral: 2007. CD-ROM.

SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; MORAES, C. R. de A. ; GONDIM, T. M de S.; FREIRE, W. S. de A. F.; CASTRO, D. A. de; CARDOSO, G. D.; BELTRÃO, N. E. de M. Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com macronutrientes e micronutrientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, p.563-568, abr. 2006.

SILVA, M. S. e.; GHEYI, H. R.; BELTRÃO, N. E. de M.; GONDIM, T. M. de S.; SEVERINO, L. S.; CONCEIÇÃO, J. L.A. Influência da lâmina de irrigação e população de plantas em componentes de produção da mamona cultivar BRS Energia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA MAMONA, III, 2008, Salvador, BA. **Anais...**, Salvador: 2008. CD-ROM

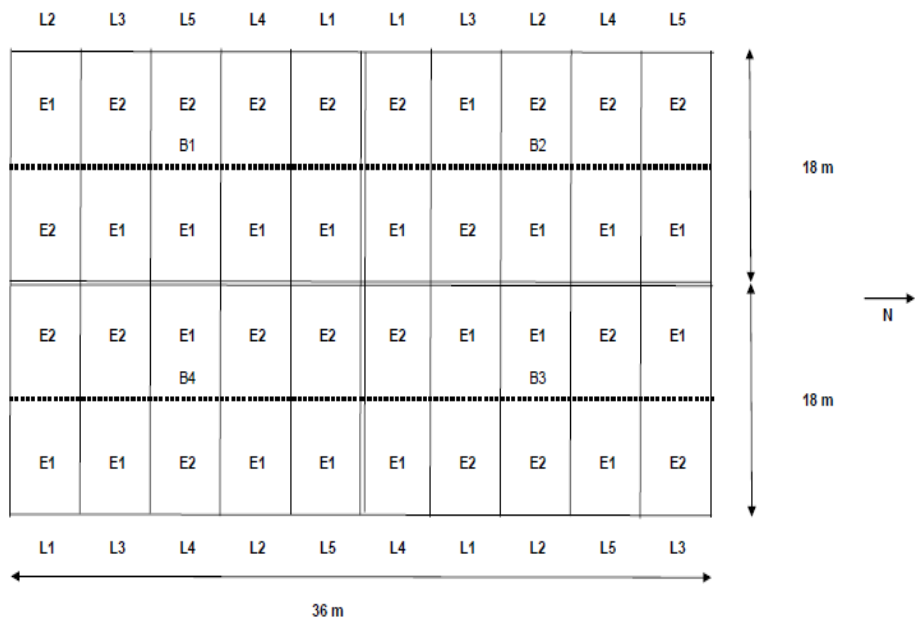
SILVA, S. M. S e; GHEYI, H. R.; BELTRÃO, N. E. de M.; SEVERINO, L. S.; DIAS, J. M.; NASCIMENTO, R. T. do. Produtividade da cultivar BRS energia em função da lâmina de irrigação e populações de plantas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA MAMONA, III, 2008, Salvador, BA. **Anais...** Salvador: 2008. CD-ROM.

SOUZA, A. dos S.; TÁVORA, F. J. A. F. Antecipação de plantio e irrigação suplementar na mamoneira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA MAMONA, II, 2006, Aracaju. **Anais...**
Disponível em: < <http://www.rbb.ba.gov.br/arquivo/302.pdf>>. Acesso em: 14 out. 2007.

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**, Hyderabad, v. 88, p. 279-289, 1997. Disponível em: <<http://www.scirus.com>>. Acesso em: 23 maio 2007.

CAPÍTULO 4 – APÊNDICE

APENDICE 01 - Croqui da área experimental. Mossoró-RN, 2007-2008 e Limoeiro do Norte-CE, 2008-2009.



APENDICE 2 - Análise de variância para os dados de altura de planta da mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos, na 5ª semana após o plantio. Mossoró-RN, 2007-2008.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	1	1,80	1,80	0,29	0,62
LAMINA	4	8,30	2,08	0,34	0,84
erro 1	4	24,70	6,18		
ESPAC	1	0,20	0,20	0,40	0,55
LAMINA*ESPAC	4	8,30	2,08	4,15	0,08
erro 2	5	2,50	0,50		
Total corrigido	19	45,80			
CV 1 (%) =	9,59				
CV 2 (%) =	2,73				
Média geral:	25,90				

APENDICE 3- Análise de variância para os dados de altura de planta da mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos na 6ª semana após o plantio. Mossoró-RN, 2007-2008.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	1	140,45	140,45	3,67	0,13
LAMINA	4	136,30	34,08	0,89	0,54
erro 1	4	153,30	38,33		
ESPAC	1	14,45	14,45	1,69	0,25
LAMINA*ESPAC	4	31,30	7,83	0,92	0,52
erro 2	5	42,75	8,55		
Total corrigido	19	518,55			
CV 1 (%) =	10,89				
CV 2 (%) =	5,14				
Média geral:	56,85				

APENDICE 4- Análise de variância para os dados de altura de planta da mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos na 7ª semana após o plantio. Mossoró-RN, 2007-2008.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	1	110,45	110,45	0,54	0,50
LAMINA	4	30,30	7,58	0,04	1,00
erro 1	4	814,30	203,58		
ESPAC	1	198,45	198,45	3,09	0,14
LAMINA*ESPAC	4	8,30	2,08	0,03	1,00
erro 2	5	320,75	64,15		
Total corrigido	19	1482,55			
CV 1 (%) =	14,66				
CV 2 (%) =	8,23				
Média geral:	97,35				

APENDICE 5 - Análise de variância para os dados de altura de planta da mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos na 8ª semana após o plantio. Mossoró-RN, 2007-2008.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	1	92,45	92,45	0,19	0,68
LAMINA	4	771,70	192,93	0,41	0,80
erro 1	4	1905,30	476,33		
ESPAC	1	92,45	92,45	2,30	0,19
LAMINA*ESPAC	4	190,30	47,58	1,19	0,42
erro 2	5	200,75	40,15		
Total corrigido	19	3252,95			
CV 1 (%) =	13,27				
CV 2 (%) =	3,85				
Média geral:	164,45				

APENDICE 6 - Análise de variância para os dados de altura de planta da mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos na 5ª semana após o plantio. Limoeiro do Norte, 2008-2009.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	56,08	18,69	2,79	0,09
LAMINA	4	44,50	11,13	1,66	0,22
erro 1	12	80,30	6,69		
ESPAC	1	0,23	0,23	0,03	0,87
LAMINA*ESPAC	4	19,40	4,85	0,62	0,65
erro 2	15	116,88	7,79		
Total corrigido	39	317,38			
CV 1 (%) =	10,19				
CV 2 (%) =	11,00				
Média geral:	25,375				

APENDICE 7 - Análise de variância para os dados de altura de planta da mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos na 6ª semana após o plantio. Limoeiro do Norte, 2008-2009.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	118,68	39,56	4,62	0,02
LAMINA	4	57,10	14,28	1,67	0,22
erro 1	12	102,70	8,56		
ESPAC	1	24,03	24,03	1,98	0,18
LAMINA*ESPAC	4	39,60	9,90	0,82	0,53
erro 2	15	181,88	12,13		
Total corrigido	39	523,98			
CV 1 (%) =	9,52				
CV 2 (%) =	11,33				
Média geral:	30,725				

APENDICE 8 - Análise de variância para os dados de altura de planta da mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos na 7ª semana após o plantio. Limoeiro do Norte, 2008-2009.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	272,60	90,87	1,92	0,18
LAMINA	4	226,15	56,54	1,20	0,36
erro 1	12	567,65	47,30		
ESPAC	1	57,60	57,60	1,89	0,19
LAMINA*ESPAC	4	74,65	18,66	0,61	0,66
erro 2	15	457,75	30,52		
Total corrigido	39	1656,40			
CV 1 (%) =	14,73				
CV 2 (%) =	11,83				
Média geral:	46,70				

APENDICE 9 - Análise de variância para os dados de altura de planta da mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos na 8ª semana após o plantio. Limoeiro do Norte, 2008-2009

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	287,88	95,96	0,69	0,57
LAMINA	4	1087,35	271,84	1,96	0,17
erro 1	12	1664,25	138,69		
ESPAC	1	55,23	55,23	0,85	0,37
LAMINA*ESPAC	4	519,65	129,91	2,01	0,15
erro 2	15	970,63	64,71		
Total corrigido	39	4584,98			
CV 1 (%) =	17,31				
CV 2 (%) =	11,83				
Média geral:	68,02				

APENDICE 10 - Análise de variância para os dados de altura de planta da mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos na 9ª semana após o plantio. Limoeiro do Norte, 2008-2009

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	442,90	147,63	0,62	0,62
LAMINA	4	2057,15	514,29	2,15	0,14
erro 1	12	2869,85	239,15		
ESPAC	1	22,50	22,50	0,38	0,55
LAMINA*ESPAC	4	503,75	125,94	2,12	0,13
erro 2	15	889,75	59,32		
Total corrigido	39	6785,90			
CV 1 (%) =	21,03				
CV 2 (%) =	10,47				
Média geral:	73,55				

APENDICE 11 - Análise de variância para os dados de altura de planta da mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos na 11ª semana após o plantio. Limoeiro do Norte, 2008-2009

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	1200,90	400,30	0,99	0,43
LAMINA	4	3285,35	821,34	2,03	0,15
erro 1	12	4855,85	404,65		
ESPAC	1	3,60	3,60	0,04	0,85
LAMINA*ESPAC	4	465,65	116,41	1,26	0,33
erro 2	15	1387,75	92,52		
Total corrigido	39	11199,10			
CV 1 (%) =	23,35				
CV 2 (%) =	11,16				
Média geral:	86,15				

APENDICE 12 - Análise de variância para os dados de altura de planta da mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos na 13ª semana após o plantio. Limoeiro do Norte, 2008-2009

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	893,08	297,69	1,34	0,31
LAMINA	4	3737,65	934,41	4,20	0,02
erro 1	12	2672,55	222,71		
ESPAC	1	21,03	21,03	0,22	0,64
LAMINA*ESPAC	4	538,35	134,59	1,42	0,28
Erro 2	15	1424,13	94,94		
Total corrigido	39	9286,78			
CV 1 (%) =	15,37				
CV 2 (%) =	10,04				
Média geral:	97,075				

APENDICE 13 - Análise de variância para os dados de fator de cobertura de plantas da mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos na 5ª semana após o plantio. Mossoró, RN, 2007-2008

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>F _c
BLOCO	1	36,45	36,45	2,96	0,16
LAMINA	4	106,50	26,62	2,16	0,23
erro 1	4	49,30	12,32		
ESPAC	1	6,05	6,05	1,61	0,25
LAMINA*ESPAC	4	16,70	4,17	1,11	0,44
erro 2	5	18,75	3,75		
Total corrigido	19	233,75			
CV 1 (%) =	8,62				
CV 2 (%) =	4,75				
Média geral:	40,75				

APENDICE 14 - Análise de variância para os dados de fator de cobertura de plantas da mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos na 6ª semana após o plantio. Mossoró, RN, 2007-2008.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	1	5,00	5,00	0,261	0,63
LAMINA	4	44,30	11,07	0,58	0,69
erro 1	4	76,50	19,12		
ESPAC	1	7,20	7,20	0,48	0,51
LAMINA*ESPAC	4	18,30	4,57	0,30	0,86
erro 2	5	74,50	14,90		
Total corrigido	19	225,80			
CV 1 (%) =	7,40				
CV 2 (%) =	6,53				
Média geral:	59,10				

APENDICE 15 - Análise de variância para os dados de fator de cobertura de plantas da mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos na 7ª semana após o plantio. Mossoró, RN, 2007-2008.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	1	64,80	64,80	1,56	0,27
LAMINA	4	87,70	21,92	0,53	0,72
erro 1	4	165,70	41,42		
ESPAC	1	9,80	9,80	2,17	0,20
LAMINA*ESPAC	4	58,70	14,67	3,26	0,11
erro 2	5	22,50	4,50		
Total corrigido	19	409,20			
CV 1 (%) =	7,74				
CV 2 (%) =	2,55				
Média geral:	83,2				

APENDICE 16 - Análise de variância para os dados de fator de cobertura de plantas da mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos na 8ª semana após o plantio. Mossoró, RN, 2007-2008.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	1	31,25	31,25	0,305	0,61
LAMINA	4	255,30	63,82	0,623	0,67
erro 1	4	409,50	102,37		
ESPAC	1	8,450	8,45	0,758	0,42
LAMINA*ESPAC	4	32,30	8,075	0,724	0,61
erro 2	5	55,75	11,15		
Total corrigido	19	792,55			
CV 1 (%) =	10,41				
CV 2 (%) =	3,44				
Média geral:	97,15				

APENDICE 17 - Análise de variância para os dados de fator de cobertura de plantas da mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos na 5ª semana após o plantio. Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	77,96	25,99	8,04	0,00
LAMINA	4	19,80	4,95	1,53	0,26
erro 1	12	38,80	3,23		
ESPAC	1	17,38	17,38	3,65	0,08
LAMINA*ESPAC	4	8,44	2,11	0,44	0,78
erro 2	15	71,46	4,76		
Total corrigido	39	233,84			
CV 1 (%) =	9,65				
CV 2 (%) =	11,71				
Média geral:	18,64				

APENDICE 18 - Análise de variância para os dados de fator de cobertura de plantas da mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos na 6ª semana após o plantio. Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	2,67	0,89	0,13	0,94
LAMINA	4	27,21	6,80	0,97	0,46
erro 1	12	84,41	7,03		
ESPAC	1	18,33	18,33	1,98	0,18
LAMINA*ESPAC	4	11,30	2,82	0,31	0,87
erro 2	15	138,64	9,24		
Total corrigido	39	282,56			
CV 1 (%) =	11,08				
CV 2 (%) =	12,70				
Média geral:	23,94				

APENDICE 19 - Análise de variância para os dados de fator de cobertura de plantas da mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos na 7ª semana após o plantio. Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	49,51	16,50	0,59	0,63
LAMINA	4	143,41	35,85	1,28	0,33
erro 1	12	335,01	27,92		
ESPAC	1	30,14	30,14	1,77	0,20
LAMINA*ESPAC	4	62,89	15,72	0,92	0,48
erro 2	15	255,29	17,02		
Total corrigido	39	876,24			
CV 1 (%) =	11,64				
CV 2 (%) =	9,09				
Média geral:	45,40				

APENDICE 20 - Análise de variância para os dados de fator de cobertura de plantas da mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos na 8ª semana após o plantio. Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	173,36	57,79	1,13	0,37
LAMINA	4	407,19	101,80	2,00	0,16
erro 1	12	611,57	50,96		
ESPAC	1	54,43	54,43	3,25	0,09
LAMINA*ESPAC	4	211,54	52,88	3,16	0,05
erro 2	15	251,39	16,76		
Total corrigido	39	1709,47			
CV 1 (%) =	12,78				
CV 2 (%) =	7,33				
Média geral:	55,86				

APENDICE 21 - Análise de variância para os dados de fator de cobertura de plantas da mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos na 9ª semana após o plantio. Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	101,30	33,77	0,56	0,65
LAMINA	4	595,40	148,85	2,47	0,10
erro 1	12	724,20	60,35		
ESPAC	1	12,10	12,10	1,00	0,33
LAMINA*ESPAC	4	215,90	53,98	4,47	0,01
erro 2	15	181,00	12,07		
Total corrigido	39	1829,90			
CV 1 (%) =	13,16				
CV 2 (%) =	5,88				
Média geral:	59,05				

APENDICE 22 - Análise de variância para os dados de fator de cobertura de plantas da mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos na 11ª semana após o plantio. Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	1346,73	448,91	3,81	0,04
LAMINA	4	453,04	113,26	0,96	0,46
erro 1	12	1415,58	117,96		
ESPAC	1	44,29	44,29	1,01	0,33
LAMINA*ESPAC	4	155,65	38,91	0,89	0,49
erro 2	15	655,65	43,71		
Total corrigido	39	4070,93			
CV 1 (%) =	17,19				
CV 2 (%) =	10,46				
Média geral:	63,19				

APENDICE 23 - Análise de variância para os dados de fator de cobertura de plantas da mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos na 13ª semana após o plantio. Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	373,10	124,37	1,97	0,17
LAMINA	4	801,40	200,35	3,18	0,05
erro 1	12	756,40	63,03		
ESPAC	1	25,60	25,60	1,12	0,31
LAMINA*ESPAC	4	112,40	28,10	1,23	0,34
erro 2	15	343,00	22,87		
Total corrigido	39	2411,90			
CV 1 (%) =	12,02				
CV 2 (%) =	7,24				
Média geral:	66,05				

APENDICE 24 - Análise de variância para os dados de transpiração de plantas da mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos. Mossoró, 2007-2008.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	21,40	7,13	2,57	0,10
LAMINA	4	3,25	0,81	0,29	0,88
erro 1	12	33,35	2,78		
ESPAC	1	0,40	0,40	0,89	0,36
LAMINA*ESPAC	4	6,85	1,71	3,81	0,03
erro 2	15	6,75	0,45		
Total corrigido	39	72,00			
CV 1 (%) =	15,16				
CV 2 (%) =	6,10				
Média geral:	11,00				

APENDICE 25 - Análise de variância para os dados de Concentração Intercelular de plantas da mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos. Mossoró, 2007-2008.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	57,10	19,03	0,14	0,94
LAMINA	4	249,40	62,35	0,44	0,78
erro 1	12	1688,40	140,70		
ESPAC	1	10,00	10,00	0,14	0,71
LAMINA*ESPAC	4	483,50	120,88	1,72	0,20
erro 2	15	1053,50	70,23		
Total corrigido	39	3541,90			
CV 1 (%) =	4,4				
CV 2 (%) =	3,11				
Média geral:	269,55				

APENDICE 26 - Análise de variância para os dados de Condutância Estomática de plantas da mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos. Mossoró, 2007-2008.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	0,20	0,07	0,21	0,89
LAMINA	4	0,60	0,15	0,47	0,75
erro 1	12	3,80	0,32		
ESPAC	1	0,10	0,10	0,50	0,49
LAMINA*ESPAC	4	1,90	0,48	2,38	0,10
erro 2	15	3,00	0,20		
Total corrigido	39	9,60			
CV 1 (%) =	35,17				
CV 2 (%) =	27,95				
Média geral:	1,6				

APENDICE 27 - Análise de variância para os dados de Taxa Fotossintética de plantas da mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos. Mossoró, RN, 2007-2008.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	21,80	7,27	1,96	0,17
LAMINA	4	13,15	3,29	0,89	0,50
erro 1	12	44,45	3,70		
ESPAC	1	0,90	0,90	0,09	0,77
LAMINA*ESPAC	4	5,35	1,34	0,14	0,97
erro 2	15	146,75	9,78		
Total corrigido	39	232,40			
CV 1 (%) =	7,18				
CV 2 (%) =	11,67				
Média geral:	26,8				

APENDICE 28 - Análise de variância para os dados de Transpiração de plantas da mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos. Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	1	4,05	4,05	8,19	0,02
LAMINA	4	50,20	12,55	25,38	0,00
ESPAC	1	0,05	0,05	0,10	0,76
LAMINA*ESPAC	4	8,20	2,05	4,15	0,04
erro	9	4,45	0,49		
Total corrigido	19	66,95			
CV (%) =	7,00				
Média geral:	10,05				

APENDICE 29 - Análise de variância para os dados de Concentração Intercelular de plantas da mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos. Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr<Fc
BLOCO	1	0,05	0,05	0,00	0,98
LAMINA	4	448,70	112,18	1,98	0,18
ESPAC	1	0,45	0,45	0,01	0,93
LAMINA*ESPAC	4	553,30	138,33	2,44	0,12
erro	9	510,45	56,72		
Total corrigido	19	1512,95			
CV (%) =	2,66				
Média geral:	283,05				

APENDICE 30 - Análise de variância para os dados de Condutância Estomática de plantas da mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos. Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	1	0,27	0,27	9,06	0,01
LAMINA	4	0,49	0,12	4,11	0,04
ESPAC	1	0,00	0,00	0,00	0,98
LAMINA*ESPAC	4	0,13	0,03	1,08	0,42
erro	9	0,27	0,03		
Total corrigido	19	1,16			
CV (%) =	20,3				
Média geral:	0,85				

APENDICE 31 - Análise de variância para os dados de Taxa Fotossintética de plantas da mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos. Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	1	88,20	88,20	20,46	0,00
LAMINA	4	94,80	23,70	5,50	0,02
ESPAC	1	5,00	5,00	1,16	0,31
LAMINA*ESPAC	4	30,00	7,50	1,74	0,23
erro	9	38,80	4,31		
Total corrigido	19	256,80			
CV (%) =	8,17				
Média geral:	25,4				

APENDICE 32 - Análise de variância para os dados de Produtividade Total de Bagas de mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos. Mossoró-RN, 2007-2008.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BL	3	687173,40	229057,80	1,23	0,34
LAM	4	5852862,60	1463215,65	7,85	0,00
erro 1	12	2236287,60	186357,30		
ESPAC	1	39312,90	39312,90	0,33	0,57
LAM*E	4	950924,60	237731,15	1,99	0,15
erro 2	15	1789418,50	119294,57		
Total corrigido	39	11555979,60			
CV 1 (%) =	11,86				
CV 2 (%) =	9,49				
Média geral:	3638,40				

APENDICE 33 - Análise de variância para os dados de Produtividade Total de Grãos de mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos. Mossoró-RN, 2007-2008.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BL	3	347547,40	115849,13	1,28	0,33
LAM	4	3269743,75	817435,94	9,04	0,00
erro 1	12	1084873,85	90406,15		
ESPAC	1	6969,60	6969,60	0,12	0,74
LAM*E	4	427658,65	106914,66	1,77	0,19
erro 2	15	905340,75	60356,05		
Total corrigido	39	6042134,00			
CV 1 (%) =	12,34				
CV 2 (%) =	10,08				
Média geral:	2437,5				

APENDICE 34 - Análise de variância para os dados de Peso Médio de Um Grão de mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos. Mossoró-RN, 2007-2008.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BL	3	0,0014	0,0005	0,6360	0,6058
LAM	4	0,0031	0,0008	1,0570	0,4192
erro 1	12	0,0088	0,0007		
ESPAC	1	0,0010	0,0010	1,3040	0,2714
LAM*E	4	0,0056	0,0014	1,7790	0,1855
erro 2	15	0,0119	0,0008		
Total corrigido	39	0,0318			
CV 1 (%) =	8,91				
CV 2 (%) =	9,25				
Média geral:	0,30375				

APENDICE 35 - Análise de variância para os dados de Produtividade Total de Bagas de mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos. Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009.

FV	GL	SQ	QM	F	SIG
BL	3	0,86	0,29	1,12	0,37
LAM	4	3,18	0,80	3,10	0,05
ERRO(A)	12	3,08	0,26		
ESP	1	0,52	0,52	5,95	0,03
ESP*LAM	4	0,33	0,08	0,93	*****
Resíduo	15	1,31	0,09		
Total	39	9,27			
CV	14,90				
Média Geral:	1,98				

APENDICE 36 - Análise de variância para os dados de Produtividade Total de Grãos de todas as plantas (PRGRAB) de mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos. Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009.

FV	GL	SQ	QM	F	SIG
BL	3	0,39	0,13	1,21	0,34
LAM	4	1,35	0,34	3,11	0,05
ERRO(A)	12	1,30	0,11		
ESPAC	1	0,24	0,24	6,63	0,02
ESP*LAM	4	0,13	0,03	0,94	*****
Resíduo	15	0,54	0,04		
Total	39	3,96			
CV	15,35				
Média Geral:	1,23				

APENDICE 37 - Análise de variância para os dados de Peso Médio de um Grão de todas as plantas de mamoneira sob diferentes lâminas de irrigação e espaçamentos. Limoeiro do Norte, CE, 2008-2009.

FV	GL	SQ	QM	F	SIG
BL	3	0,32E-02	0,10E-02	1,46	0,2654
LAM	4	0,23E-02	0,57E-03	0,79	*****
ERRO(A)	12	0,88E-02	0,73E-03		
ESPAC	1	0,45E-03	0,45E-03	3,30	0,0893
ESP*LAM	4	0,27E-03	0,69E-04	0,50	*****
Resíduo	15	0,20E-02	0,13E-03		
Total	39	0,17E-01			
CV	45,23				
Média Geral:	0,26				