

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
CURSO DE MESTRADO EM AGRONOMIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM**

LEVI GONÇALVES MOREIRA

**RESPOSTAS DA MAMONEIRA A LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO, AO
NÚMERO DE DIAS COM IRRIGAÇÃO E À APLICAÇÃO DE
NITROGÊNIO.**

FORTALEZA-CEARÁ

2008

LEVI GONÇALVES MOREIRA

**RESPOSTAS DA MAMONEIRA A DIFERENTES LAMINAS DE IRRIGAÇÃO, A
NÚMEROS DE DIAS COM IRRIGAÇÃO E A APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO**

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Engenharia Agrícola.

Área de concentração: Irrigação e Drenagem.

Orientador: Prof. Thales Vinícius de Araújo Viana

Fortaleza – Ceará
2008

LEVI GONÇALVES MOREIRA

RESPOSTAS DA MAMONEIRA A LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO, AO NÚMERO DE DIAS COM IRRIGAÇÃO E À APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Irrigação e Drenagem.

Aprovada em: 29 / 03 / 2008

BANCA EXAMINADORA

Prof. Thales Vinícius de Araújo Viana, Dr. - UFC
(Orientador)

Dra. Albanise Barbosa. Marinho, Pesquisadora CNPq/FUNCAP/UFC.
(Co-orientadora)

Prof. Carlos Wagner Oliveira, PhD. – CENTEC
(conselheiro)

Aos meus pais Estevão e Orença

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus por ter me dado saúde e forças, que compreendeu os meus anseios, iluminou-me e orientou-me nos momentos difíceis e nos deu coragem para a realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Thales Vinicius de Araújo Viana, meu especial agradecimento, pelo apoio, amizade, dedicação, grandes e valiosos ensinamentos e objetividade na orientação prestada durante todo o curso e realização deste trabalho.

A pesquisadora Dra. Albanise Barbosa Marinho CNPq/FUNCAP/UFC pela imensa colaboração e grandes ensinamentos, que com sabedoria abrilhantaram a exposição desse trabalho.

Ao Prof. Carlos Wagner Oliveira, Phd. – CENTEC pelas valiosas correções, apoio, incentivo, solicitude.

À coordenação do curso, na pessoa do Professor Claudivan Feitosa de Lacerda, pela capacidade, atenção e orientação dispensada durante o curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo suporte financeiro e concessão da Bolsa de Estudos.

Aos Professores Francisco Marcos Lima Bezerra, Raimundo Nonato Távora da Costa e Renato Silvio da Frota Ribeiro pelos grandes ensinamentos e sabedoria transmitidos durante a realização do Mestrado

Aos Funcionários Almiro Tavares, Antônia Rodrigues, Francisco José Firmino e Raimundo Rocha Crisóstomo, pelos préstimos realizados durante a instalação do experimento.

Menção especial aos amigos e irmãos Deodato Aquino, Fernando Lopes, Geocleber de Sousa, Leonardo Mesquita e Thiago Nascimento Aquino (in memoriam) pela convivência, amizade, bom relacionamento e apoio durante minha permanência em Fortaleza.

Aos Colegas de curso e amigos que fazem parte do Departamento de Engenharia Agrícola que colaboraram imprescindivelmente na realização deste trabalho; Alan, André, Fabrício, Cleyanderson, Jefferson Nobre e Mauro Regis.

RESUMO

Com o objetivo de avaliar as respostas da mamoneira a lâminas de irrigação, ao número de dias com irrigação e à aplicação de nitrogênio foram instalados três experimentos, no município de Fortaleza-CE. Em todos os experimentos, a semeadura foi feita em covas, espaçadas de 1,0 x 1,0 m. Os delineamentos experimentais empregados foram em blocos casualizados com 5 tratamentos e 4 repetições para cada experimento. No primeiro experimento foram testadas cinco lâminas de irrigação: 25, 50, 75, 100 e 125% da ECA. No segundo experimento avaliaram-se diferentes números de dias com irrigação, onde os tratamentos consistiram em irrigar até os 75; 90; 105; 120 e 135 dias após a germinação (DAG). O terceiro experimento objetivou avaliar os efeitos de doses de nitrogênio, aplicadas via fertirrigação, cujos tratamentos constituíram de: 0, 50, 100, 150, e 200% de nitrogênio, a partir da recomendação da análise de solo. Foram avaliados os fatores produtivos da cultura como: números de frutos por racemo, peso de 100 sementes e produtividade dos racemos de 1^a, 2^a e 3^a ordens, e produtividade total. Os dados foram submetidos à análise de variância e posteriormente quando significativo pelo teste F ao nível de 1 ou 5% de probabilidade foram submetidos a análises de regressão, buscando-se ajustar equações com significados biológicos. Utilizou-se o software “SAEG 9.0 – UFV”. No primeiro experimento conclui-se que a irrigação com uma lâmina de 1310mm (103,8% da ECA), proporcionou a maior produtividade, 4.129kg ha⁻¹. No segundo experimento, os resultados obtidos demonstram que quando se irrigou até os 105 dias após a germinação ocorreu a maior produtividade total com valor de 2.833kg ha⁻¹. No terceiro experimento conclui-se que a dose de nitrogênio aplicada via fertirrigação de 131% da recomendação pela análise de solo foi a que proporcionou melhor produtividade total, 3.640,9kg ha⁻¹.

Palavras-chave: *Ricinus communis* L., manejo de irrigação, dias com irrigação, adubação nitrogenada.

ABSTRACT

With the objective of evaluating the answers of the mamoneira to different irrigation sheets, to numbers of days with irrigation and the application of nitrogen in argisolo red-yellow, three experiments were installed, in the municipal district of Fortaleza-CE. In all of the experiments, the sowing was made in holes, spaced of 1,0 x 1,0 m. The experimental delineamentos were in blocks casualizados with 5 treatments and 4 repetitions for each experiment. In the first experiment was tested five laminate of irrigation: 25, 50, 75, 100 and 125 of ECA. In the second experiment different numbers of days were evaluated with irrigation, where the treatments consisted of irrigating up to the 75; 90; 105; 120 and 135 days after the germination (DAG). The third experiment aimed at to evaluate the effects of growing doses of nitrogen, applied he/she saw fertirrigação. The treatments they constituted of: 0, 50, 100, 150, and 200% of nitrogen starting from the recommendation of the soil analysis. They were appraised the productive factors of the culture as: numbers of fruits for racemo, weight of 100 seeds and productivity of the racemos of 1st, 2nd and 3rd orders, and total productivity. The data were submitted to the variance analysis and later when significant for the test F at the level of 1 or 5% of probability, were submitted to regression analyses, being looked for to adjust equations with biological meanings. The software was used "SAEG 9.0. UFV." In the first experiment it is ended that the irrigation with a sheet de 1.310mm (103,8% of the evaporation measured in the tank class "THE"), provided the largest productivity 4.129kg.ha⁻¹. In the second experiment the obtained results demonstrate that when it was irrigated until the 105 days after the germination happened the largest total productivity with value of 2.833kg.ha⁻¹. The third party the experiment it is ended that the applied dose of nitrogen saw fertirrigação of 131% of the it recommends for the it analyzes of soil was the one that provided better total productivity of 3.640,9kg.ha⁻¹.

Keywords: *Ricinus communis L.*, management irrigation, days with irrigation, manuring nitrogenada.

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 -** (A) Área experimental antes do início do experimento; (B) Coveamento e aplicação de calcário dolomítico e micronutrientes; (C) Visão da área após a germinação. 33
- FIGURA 2 -** Cabeçal de controle utilizado nas fertirrigações. 34
- FIGURA 3 -** Peso de 100 sementes do racemo de 1ª ordem (P100SR1ª) em função das diferentes lâminas de irrigação, Fortaleza-CE, 2006. 37
- FIGURA 4 -** Peso de 100 sementes dos racemos de 2ª ordem (P100SR2ª) em função das diferentes lâminas de irrigação, Fortaleza-CE, 2006. 38
- FIGURA 5 -** Peso de 100 sementes dos racemos de 3ª ordem (P100SR3ª) em função das diferentes lâminas de irrigação, Fortaleza-CE, 2006. 38
- FIGURA 6 -** Produtividade dos racemos de 2ª ordem (PR2ª) da mamoneira, em função das diferentes lâminas de irrigação, Fortaleza-CE, 2006. 41
- FIGURA 7 -** Produtividade dos racemos de 3ª ordem (PR3ª) da mamoneira, em função das diferentes lâminas de irrigação, Fortaleza-CE, 2006. 41
- FIGURA 8 -** Produtividade total (PTOTAL) da mamoneira, em função das diferentes lâminas de irrigação, Fortaleza-CE, 2006. 42

FIGURA 9 -	Aplicação de calcário dolomítico e micronutrientes.	58
FIGURA 10 -	Mamoneira após a germinação.	59
FIGURA 11 -	Peso de 100 sementes dos racemos de 2ª ordem em função do número de dias com irrigação.	63
FIGURA 12 -	Produtividades dos racemos de 1ª, 2ª e 3ª ordens (PR1ª), (PR2ª) e (PR3ª), respectivamente, e produtividade total da mamoneira IAC-Guarani em função do número de dias com irrigação, Fortaleza-CE, 2006.	65
FIGURA 13 -	Produtividade dos racemos de 2º ordem em função do número de dias com irrigação, Fortaleza-CE, 2006.	66
FIGURA 14 -	Produtividade total da mamoneira IAC-Guarani, em função do número de dias com irrigação, Fortaleza-CE, 2006.	66
FIGURA 15 -	Cabeçal de controle utilizado nas fertirrigações.	82
FIGURA 16 -	Mamoneira lançando racemo de 1ª ordem	83
FIGURA 17 -	(A) Racemos apresentando ponto de colheita; (B) Coleta dos racemos; (C) Contagem e amostragem dos parâmetros.	83
FIGURA 18 -	Peso de 100 sementes dos racemos de 2ª ordem (P100SR2ª) em função das doses de adubação nitrogenada aplicadas, Fortaleza-CE, 2006.	86

- FIGURA 19 -** Peso de 100 sementes dos racemos de 3ª ordem (P100SR3ª) em função das doses de adubação nitrogenada aplicadas, Fortaleza-CE, 2006. 86
- FIGURA 20 -** Produtividade dos racemos de 3ª ordem (PR3ª) em função das doses de adubação nitrogenada aplicadas, Fortaleza-CE, 2006. 88
- FIGURA 21 -** Produtividade total em função das doses de adubação nitrogenada aplicadas, Fortaleza-CE, 2006. 89

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1 -** Características físico-hídricas nas profundidades de 0 – 20 cm e 20 – 40 cm do solo da área experimental da Estação Climatológica da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2006. 32
- TABELA 2 -** Lâminas aplicadas, em mm, nos diversos tratamentos durante o período de realização do experimento. Área experimental da Estação Climatológica da UFC, Fortaleza-CE, 2006. 36
- TABELA 3 -** Resumo da análise de variância para o peso de 100 sementes dos racemos de 1^a, 2^a e 3^a ordens, em função das lâminas de irrigação. 36
- TABELA 4 -** Resumo da análise de variância para a produtividade dos racemos de 1^a, 2^a e 3^a ordens e produtividade total, em função das lâminas de irrigação. 40
- TABELA 5 -** Características físico-hídricas nas profundidades de 0 – 20 cm e 20 – 40cm do solo da área experimental da Estação Climatológica da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2006. 57
- TABELA 6 -** Resumo da análise de variância para o número de frutos nos racemos de 1^a, 2^a e 3^a ordens (NFR1^a), (NFR2^a) e (NFR3^a), respectivamente, em função dos números de dias com irrigação, Fortaleza-CE, 2006. 61

- TABELA 7 -** Resumo da análise de variância para o peso de 100 sementes nos racemos de 1^a, 2^a e 3^a ordens (P100SR1^a), (P100SR2^a) e (P100SR3^a), respectivamente, em função dos números de dias com irrigação, Fortaleza-CE, 2006. 61
- TABELA 8 -** Médias dos números de frutos nos racemos de 1^a, 2^a e 3^a ordens (NFR1^a), (NFR2^a) e (NFR3^a) e pesos de 100 sementes nos racemos de 1^a, 2^a e 3^a ordens (P100SR1^a), (P100SR2^a) e (P100SR3^a), respectivamente, Fortaleza-CE, 2006. 62
- TABELA 9 -** Resumo da análise de variância para a produtividade dos racemos de 1^a, 2^a e 3^a ordens (PR1^a), (PR2^a) e (PR3^a), respectivamente, e produtividade total em função dos números de dias com irrigação, Fortaleza-CE, 2006. 64
- TABELA 10 -** Médias da produtividade dos racemos de 1^a, 2^a e 3^a ordem (PR1^a), (PR2^a) e (PR3^a), respectivamente, e produtividade total (kg ha⁻¹), em função dos números de dias com irrigação, Fortaleza-CE, 2006. 65
- TABELA 11 -** Composição química nas profundidades de 0 – 20 cm e 20 – 40cm do solo da área experimental da Estação Climatológica da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2006. 80
- TABELA 12 -** Quantidades de nitrogênio, fósforo e potássio aplicadas, em g planta⁻¹, ao longo do ciclo da cultura da mamoneira IAC-Guarani, Fortaleza-CE, 2006. 81
- TABELA 13 -** Resumo da análise de variância para o peso de 100 sementes dos racemos de 1^a, 2^a e 3^a ordens, em função das diferentes doses de nitrogênio aplicadas via fertirrigação. 84

- TABELA 14** - Médias do peso de 100 sementes obtidas para as doses crescentes de adubação nitrogenada aplicadas via fertirrigação na mamoneira, variedade IAC-Guarani. 85
- TABELA 15** - Resumo da análise de variância para a produtividade dos racemos de 1^a, 2^a e 3^a ordens e produtividade total, em função das diferentes doses de nitrogênio. 87
- TABELA 16** - Médias da produtividade por racemo e produtividade total obtidas para as doses crescentes de adubação nitrogenada aplicadas via fertirrigação na mamoneira, variedade IAC-Guarani. 87

LISTA DE EQUAÇÕES

EQUAÇÃO 1 - Equação para o cálculo do tempo de irrigação.	35
EQUAÇÃO 2 - Equação para o cálculo do tempo de irrigação	60

SUMÁRIO

RESUMO.....	5
ABSTRACT.....	6
LISTA DE FIGURAS.....	7
LISTA DE TABELAS.....	10
LISTA DE EQUAÇÕES.....	13
INTRODUÇÃO.....	16
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21
1. EFEITOS DE LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO, ESTIMADAS A PARTIR DA EVAPORAÇÃO MEDIDA NO TANQUE CLASSE “A”, NA CULTURA DA MAMONEIRA	
Resumo do capítulo.....	26
Abstract chapter.....	27
1.1 Introdução.....	28
1.2 Material e Métodos.....	32
1.3 Resultados e Discussão.....	36
1.4 Conclusões.....	44
1.5 Referências Bibliográficas.....	45
2. AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DA MAMONEIRA SOB DIFERENTES NÚMEROS DE DIAS COM IRRIGAÇÃO	
Resumo do capítulo.....	51
Abstract chapter.....	52
2.1 Introdução.....	53
2.2 Material e Métodos.....	57
2.3 Resultados e Discussão.....	61
2.4 Conclusões.....	68
2.5 Referências Bibliográficas.....	69
3. EFEITOS DE DOSES DE NITROGÊNIO, APLICADAS VIA FERTIRRIGAÇÃO, NA CULTURA DA MAMONEIRA	
Resumo do capítulo.....	74
Abstract chapter.....	75
3.1 Introdução.....	76

3.2 Material e Métodos.....	80
3.3 Resultados e Discussão.....	84
3.4 Conclusões.....	91
3.5 Referências Bibliográficas.....	92

INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis L.*) é uma das mais de 7000 espécies da família Euphorbiaceae, possivelmente originária do leste da África, na Etiópia, sendo a Índia, a China, o Brasil e a Rússia os principais países produtores mundiais (FAO 2006). É uma oleaginosa com grande tolerância à seca, exigente em calor e luminosidade, adaptando-se perfeitamente ao semi-árido brasileiro (CARTAXO et al., 2004) e tem sido muito explorada em função do óleo contido em suas sementes que se constitui em matéria-prima para a produção do biodiesel (BELTRÃO et al., 2003).

Atualmente o Brasil é um dos principais produtores mundiais de óleo de mamona. A cultura se encontra em extraordinária recuperação quanto a sua produção nacional, em relação a safra dos últimos dez anos, em função do lançamento de programas de incentivo à produção, em diferentes esferas governamentais, visando incentivar e aperfeiçoar a produção de biodiesel (KOURI & SANTOS 2006). Ao optar pela implementação do programa de biodiesel, tendo a mamona como a base do programa, o governo brasileiro induziu ao aumento de pesquisas com esta oleaginosa, que também possui um mercado crescente fora do Brasil.

Diante desse cenário, o estado do Ceará aponta como um potencial produtor, tendo em vista que a maior parte da área a ser utilizada com a cultura encontra-se na região de semi-árido, região onde a cultura é bem adaptada.

Existem no interior do estado do Ceará 17 usinas de extração de óleo de mamona e algodão, que se encontram desativadas ou funcionando parcialmente por falta de matéria prima. Ao todo, elas têm capacidade de esmagamento estimada em 24.750 toneladas de bagas por mês (SEAGRI, 2003). Assim, haverá necessidade de se obter maiores produtividades para atender a demanda da indústria de produção do biodiesel ao longo do ano, o que será possível, através de um manejo adequado da irrigação. Entretanto o semi-árido é caracterizado pela irregularidade pluviométrica ou a sua escassez, por isso a água é um fator limitante para a expansão da agricultura (NOBRE, 2007).

Souza (2007) verificou que a utilização da irrigação suplementar na mamoneira, antes do início da estação chuvosa, proporcionou um prolongamento do ciclo da cultura, indicando que a irrigação proporcionou aumentos significativos na

produtividade, haja vista o maior número de racemos por planta. Beltrão (2006), em estudos realizados com a cultivar BRS 149 Nordestina, até os 60 dias após a germinação, verificou alterações fisiológicas e bioquímicas no metabolismo das plantas, ocasionado pela deficiência ou pelo excesso de água no ambiente edáfico, com conseqüente anoxia ou falta de oxigênio.

O manejo de irrigação busca suprir a necessidade hídrica da cultura na medida certa, sem déficit, nem excesso. É muito importante, para se obter sucesso na produção e também preservar o meio ambiente, que o manejo da irrigação seja feito de forma adequada (GOMES e TESTEZLAF, 2004).

Há vários métodos para determinar a evapotranspiração, os quais, em sua maioria, estimam a evapotranspiração potencial de referência, ou seja, a que ocorre quando não há deficiência de água no solo que limite seu uso pelas plantas. São divididos em dois grandes grupos, ou seja, métodos diretos e métodos indiretos.

Dentre os métodos diretos, o lisímetro é o mais preciso. E dos métodos indiretos, o da radiação solar (FAO) é de maior precisão, entretanto a obtenção de dados e o manejo para se estimar a evapotranspiração através desses métodos é praticamente inviável a nível de pequeno produtor.

Outro método indireto para se estimar a evapotranspiração é o método do tanque classe "A", desenvolvido pelo Serviço Meteorológico Norte-Americano (U.S.W.B.), através dele mede-se o efeito integrado da radiação solar, vento, temperatura e umidade relativa sobre a evaporação de uma superfície livre de água, onde a planta responde as mesmas variáveis climáticas, (Doorenbos e Pruitt, 1997; Klar, 1991). O método do Tanque Classe "A" apresenta também facilidade de operação e custo relativamente baixo, além dos resultados satisfatórios para estimativa da demanda hídrica das culturas, tornando um dos métodos de uso generalizado, inclusive no Brasil (Klar, 1991; Pereira et al., 1997; Saad & Scaloppi, 1988).

A falta de chuvas é um dos grandes agravantes do subdesenvolvimento e da miséria na região Nordeste, mas não é, a causa principal dos problemas sociais dessa região. A base destes problemas pode ser encontrada na falta histórica de políticas públicas eficientes que promovam o desenvolvimento rural sustentável inserindo a agricultura familiar e que busquem estratégias eficazes para o convívio com o semi-árido em substituição a políticas voltadas para o combate e mitigação dos efeitos imediatos da seca (FERREIRA, 2006). As culturas agrícolas nessa região

devem resistir a condições adversas de clima, temperatura, umidade e água, que é um fator limitante a expansão e a produtividade das culturas, principalmente quando são exploradas em regime de sequeiro, necessitando serem bem adaptadas a períodos de estiagem e a curta estação chuvosa (DINIZ, 1999).

Tendo em vista que a maior parte da produção de mamona ainda se encontra sob baixo nível tecnológico e utiliza regime de sequeiro, faz-se necessário um estudo sobre a relação de dias com umidade favorável no solo versus produtividade.

O efeito do estresse hídrico depende da variedade, do grau de duração e do estágio fenológico da planta, podendo trazer resultados tanto negativos quanto positivos (GINESTAR E CASTEL, 1996). Como efeito negativo, Castel e Buj (1990) encontraram que plantas jovens de “Clementina”, na Espanha, tiveram a sua produtividade afetada pelos tratamentos com maiores déficits hídricos para cada período do ano e que o período mais sensível foi durante o florescimento e a formação do fruto. Como efeitos benéficos, Southwick e Davenport (1987) mostraram que a floração em lima “Tahiti” pode ser induzida visando uma produção fora de época, bem como, intensificada, através de um período curto de estresse hídrico, seguido de condições favoráveis para o crescimento e desenvolvimento dos frutos.

Segundo Beltrão et al. (2003), a mamoneira desenvolve-se melhor quando cultivada em ambientes com temperatura média variando entre 20 e 30°C, com elevada insolação, requerendo entre 2000 e 3800 unidades de graus-dias, umidade relativa do ar durante a maior parte do ciclo baixa, entre 30% e 60% (MOSHKIN, 1986) e precipitação de, no mínimo, 700mm, bem distribuídos. De acordo Amorim Neto et al. (2001), pluviosidades entre 600 e 700mm proporcionam rendimentos superiores a 1500kg ha⁻¹.

Bezerra et al. (2003) testando interrupção da irrigação, com supressão aos 20, 30, 40, 50 e 60 dias após a floração, na cultura do algodoeiro herbáceo, cultivar BRS 201, verificaram que a irrigação pode ser suspensa decorrida 40 dias após a floração (cerca de 80 dias após a emergência), sem que haja prejuízo para o rendimento da cultura.

Outro fator que merece atenção para obtenção de melhor produtividade é a disponibilidade de nutrientes do solo. Assim como a irrigação, a adubação também é uma das principais tecnologias usadas para incrementar a produtividade e a

rentabilidade de uma lavoura, embora apresente um custo significativo e possa aumentar o risco do investimento feito na lavoura. O uso de fertilizantes com a finalidade de corrigir deficiências, bem como manter o balanceamento de nutrientes presentes no solo deve ser ditado não apenas pela disponibilidade de elementos no solo e exigências da cultura, mas também pelo nível tecnológico empregado e a rentabilidade da atividade (TÁVORA, 1982).

Dentre os elementos que influenciam o desenvolvimento das plantas, o nitrogênio é de vital importância e, embora seja o mais abundante na natureza, representando cerca de 78% da composição do ar atmosférico, é o elemento que mais limita a produção das culturas (NEVES, 1981). O nitrogênio faz parte da estrutura da planta, sendo componente de aminoácidos, proteínas, enzimas, RNA, DNA, ATP, clorofila dentre outras moléculas. Sua deficiência geralmente reduz o crescimento da planta, tornando-a amarelada pela perda da clorofila e provocando amadurecimento precoce, diminuição da produtividade e da qualidade dos frutos (SANTOS et al., 2004; MARSCHNER, 1995; MALAVOLTA, 1989). Juntamente com o potássio, o nitrogênio promove mudanças na expressão sexual da mamoneira, estando ligado diretamente à proporção entre comprimento das partes feminina e masculina do cacho, favorecendo o aumento de produtividade.

A mamoneira é sensível à acidez do solo e exigente em fertilidade, sendo possível aumentar sua produtividade pelo adequado fornecimento de nutrientes por meio da adubação (SOUZA & NEPTUNE, 1976; WEISS, 1983). Essa planta exporta da área de cultivo cerca de 80kg ha⁻¹ de N, 18kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 32kg ha⁻¹ de K₂O, 13kg ha⁻¹ de CaO e 10kg ha⁻¹ de MgO para cada 2.000kg ha⁻¹ de baga produzida, no entanto, a quantidade de nutriente absorvida aos 133 dias da germinação chega a 156, 12, 206, 19 e 21kg ha⁻¹ de N, P₂O₅, K₂O, CaO e MgO, respectivamente (CANECCHIO FILHO e FREIRE, 1958 apud SEVERINO et al. 2005; NAKAGAWA e NEPTUNE, 1971 apud SEVERINO et al. 2005). Nota-se, portanto que a cultura tem elevado requerimento nutricional para obter uma produtividade adequada.

Silva et al. (2007) estimaram uma produtividade máxima da mamona em Campo Grande-MS de 1.811kg ha⁻¹ para uma dose máxima de 80kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura. Severino et al. (2006) também verificaram aumento de produtividade na mamona quando aplicaram adubação nitrogenada.

O conhecimento da quantidade de nutrientes acumulados na planta em cada estágio de crescimento, fornece informações importantes que podem auxiliar

no programa de adubação das culturas quando a fertirrigação é empregada (BURT et al., 1995).

A eficácia dos adubos depende de como são utilizados e aplicados (FRESCO, 2003). Aplicar o fertilizante no local correto é quase tão importante quanto usar a fórmula e a quantidade adequadas (MALAVOLTA, 1981). De acordo com Coelho (1999), a fertirrigação aumenta a eficiência de aplicação dos fertilizantes, reduz a mão-de-obra e o custo do sistema de irrigação. Além disso, permite flexibilizar a aplicação dos nutrientes, que pode ser fracionada conforme a necessidade da cultura nas suas diversas fases de desenvolvimento.

Neste contexto, faz-se oportuno avaliar o crescimento vegetativo e a produtividade da mamoneira variedade Al-Guarani, sob diferentes: lâminas de irrigação quantificadas a partir da evaporação mediada no tanque classe "A"; número de dias com irrigação; e doses de nitrogênio aplicadas via fertirrigação, sob as condições edafoclimáticas de Fortaleza-CE.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM NETO, M. da S.; ARAÚJO, E. de; BELTRÃO, N. E. de M. Clima e solo. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (eds. tec.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. cap. 5, p. 63-76.

BELTRÃO, N. E. M. et al. Fisiologia da mamoneira, cultivar BRS-149 Nordestina na fase inicial de crescimento, submetida a estresse hídrico. **Revista Brasileira de Oleaginosas e fibrosas**, Campina Grande: Embrapa Algodão, v. 7, n. 1, p. 659-664. jan-abr. de 2003.

BELTRÃO, N. E. de M.; SOUZA, J. G. de; SANTOS J. W. dos Algumas alterações metabólicas ocorridas na mamoneira (BRS 149 Nordestina) devido ao estresse hídrico por deficiência e excesso no ambiente edáfico **Revista Brasileira de Oleaginosas e fibrosas**, Campina Grande, v.10, n.1/2, p.977-984, jan./ago, 2006.

BEZERRA, J. R. C.; LUZ, M. J. DA S. E; PEREIRA, J. R.; DIAS, J. M. Efeito da Antecipação da Última Irrigação no Rendimento do Algodoeiro Herbáceo. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 3 p. 2003 (EMBRAPA- CNPA Comunicado Técnico 179).

BURT, C.O.; CONNOR, L; RUEHR, T. **Fertigation**. San Luis Obispo: California Polytechnic State University, 1995. 42 p.

CARTAXO, W.V.; BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, O. R. R. F. da; SEVERINO, L. S.; SUASSUNA, N. D.; SOARES, J. J. **O cultivo da mamoneira no semi-árido brasileiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. (Circular Técnica, 77).

CASTEL, J. R.; BUJ, A. Response of Salustiana orange to high frequency deficit irrigation. *Irrigation Science*, v. 11, p. 121-127, 1990.

CHAVES, S.W.P. **Coeficiente de cultivo, necessidade hídrica e a adubação nitrogenada da cultura de pimenta**. 2004. 60f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Área de concentração Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-Ce.

COELHO, E.F. Irrigação. In: LIMA, A.A. (Coord) **O cultivo do maracujá**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1999. p. 48-54 (Circular Técnica, 35).

DINIZ, M. C. M. M. Desenvolvimento e rebrota da cunhã (*Clitoria ternatea* L.) sob estresse hídrico, em associação com fungos micorrízicos- *Bradyrhizobium*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1999.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Necessidades hídricas das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1997. 204p.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Disponível em: <http://www.fao.org/>. Acesso em: 30 jun. 2007.

FERREIRA, G. B.; VASCONCELOS O. L.; PEDROSA, M. B.; ALENCAR, A. R.; FERREIRA, A. F.; FERNANDES, A. L. P. Resposta da mamoneira híbrida savana a doses de nitrogênio e fósforo, em cambissolo do sudoeste da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracajú. **Cenário Atual e Perspectiva - Anais...**Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. CD-ROOM.

FRESCO, L. O. **Los fertilizantes y el futuro**. 2003. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/esp/revista/0306sp1.htm>> Acesso em: 16 jun. 2003.

GINESTAR, C.; CASTEL, J. R. Responses of Young clementine citrus trees to water stress during different phenological periods. **Journal of Horticultural Science**, v. 71, n.4, p. 551-559, 1996.

GOMES, E. P.; TESTEZLAF, R. **Manejo de irrigação na tomaticultura-de-mesa**. Disponível em <<http://www.agr.unicamp.br/tomates/irrigaçãoerecursosshídricos.htm>>. Acesso em : 12 nov. 2007.

KLAR, A.E. **Irrigação**: frequência e quantidade de aplicação. São Paulo: Nobel, 1991. 156p.

KOURI, J.;SANTOS, R. F. dos; ASPECTOS ECONÔMICOS DO AGRONEGÓCIO DA MAMONA NO BRASIL. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracajú. **Cenário Atual e Perspectiva - Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. CD-ROOM.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola**: adubos e adubação. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 607 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: **Potafos**, 1989. 201p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. London: Academic Press, 1995. 889p.

MOSHKIN, V.A. Ecology. In: MOSHKIN, V.A. **Castor**. New Delhi: Amerind, p. 54-64, 1986.

NAKAGAWA, J.; NEPTUNE, A. M. L. Marcha de absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na cultura da mamoneira (*Ricinus communis* L.) cultivar "Campinas". **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v.28, p.323-337, 1971.

NEVES, M.C.P. Interdependência fisiológica entre os componentes do sistema simbiótico Rhizobium Leguminosas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.5,p.79-92. 1981.

PEREIRA, A.R.; VILLA NOVA, N.A.; SEDIYAMA, G.C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183 p.

SAAD, J.C.C.; SCALOPPI, E.J. **Análise dos principais métodos climatológicos para estimativa da evapotranspiração potencial**. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 8., 1988, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem, 1988. v.2, p.999-1201.

SANTOS, F. J. de S.; LIMA, R. N.; RODRIGUES, B. H. N.; CRISOSTOMO, L. A.; SOUSA, F. de ; OLIVEIRA, J. J. G.; **Manejo da Irrigação da melancia: Uso do tanque classe "A"**. Fortaleza: EMBRAPA Agroindústria Tropical: 2004,13 p. (Circular Técnica, 20).

SEAGRI. **Anteprojeto para o Agronegócio da Mamona no Estado do Ceará**. Fortaleza, 2003, 37p.

SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; MORAES, C.R.A.; GONDIM, T. M. de S.; FREIRE, W. S. de A.; CASTRO, D. A.; CARDOSO, G. D.; BELTRÃO, N. E. de M. **Adubação Química da Mamoneira com Macro e Micronutrientes em Quixeramobim, Ce**. 1.ed. Campina Grande: EMBRAPA, 2005. 6p. (EMBRAPA - Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 61).

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

SILVA, M. de L. O. e; FARIA, M. A. de; REIS, R. P.; SANTANA, M. J. de MATTIOLI, W.; VIABILIDADE TÉCNICA E ECONOMICA DO CULTIVO DE SAFRINHA DO GIRASSOL IRRIGADO NA REGIÃO DE LAVRAS, MG **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 200-205, jan./fev., 2007.

SOUTHWICK, S. M.; DAVENPORT, T. L. Modification of water stress-induced floral response in “Tahiti” lime. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 112, n.2, p. 231-236, 1987.

SOUZA, A. dos S.; Manejo cultural da mamoneira: época de plantio, irrigação, espaçamento e competição de cultivares. Tese (Doutorado em Agronomia – Área de Concentração Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 212p. 2007.

SOUZA, E. A.; NEPTUNE, A. M. L. **Resposta da cultura de *Ricinus communis* L. à adubação e calagem**. Científica, v.4, p.274-281, 1976.

TÁVORA, F. J. A. F. **A cultura da mamoneira**. Fortaleza: EPACE, 1982. 111p.

WEISS, E.A. **Oilseed crops**. London: Longman, 660p. 1983.

1. EFEITOS DE LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO, ESTIMADAS A PARTIR DA EVAPORAÇÃO MEDIDA NO TANQUE CLASSE “A”, NA CULTURA DA MAMONEIRA

RESUMO DO CAPITULO

Com o objetivo de avaliar os fatores produtivos da variedade de mamoneira IAC-Guarani (*Ricinus communis L.*), sob diferentes lâminas de irrigação, foi instalado um experimento em uma área experimental da Universidade Federal do Ceará, no município de Fortaleza-CE (03°44'S, 38°33'W, 19,5 m). A semeadura foi feita em covas, espaçadas de 1,0 x 1,0 m. Durante o ciclo da cultura as plantas foram irrigadas diariamente, por gotejamento, onde as lâminas de irrigação foram quantificadas a partir da evaporação medida no tanque classe “A” (ECA). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com cinco tratamentos: 25%, 50%, 75%, 100% e 125% da ECA, com quatro repetições. A colheita foi realizada em três etapas, isto é, à medida que os racemos de 1ª, 2ª e 3ª ordens foram amadurecendo e secando. Foram avaliados os fatores vegetativos e produtivos da cultura: altura até o primeiro racemo, diâmetro a cinco centímetros do solo, número de nós até o 1º racemo, tamanho do 1º racemo, número de frutos por racemo, peso de 100 sementes, produtividade do racemo; (1ª, 2ª e 3ª ordens) e produtividade total. A irrigação com base na lâmina de 1.310mm, (103,8% da ECA) proporcionou a maior produtividade total.

Palavras-chave: *Ricinus communis L.*, manejo de irrigação, produtividade

EFFECTS OF LEVELS OF IRRIGATION, DEAR STARTING FROM THE EVAPORATION MEASURED IN THE TANQUE CLASSE "A", IN THE CULTURE OF CASTOR OIL PLANT

ABSTRACT CHAPTER

With the objective of evaluating the productive factors of the variety of of castor oil plant IAC-Guarani (*Ricinus communis* L.), under different sheets of irrigation, an experiment was installed in an experimental area of the Federal University of Ceará, in the municipal district of Fortaleza-CE (03°44'S, 38°33'W, 19,5 m). The sowing was made in holes, spaced of 1,0 x 1,0 m. During the cycle of the (ECA) culture the plants were irrigated daily, for leak, where the irrigation sheets were quantified starting from the evaporation measured in the tank class "THE." The experimental delineamento was in blocks at random with five treatments: 25%, 50%, 75%, 100% and 125% of ECA, with four repetitions. The crop was accomplished in three stages, that is, as the racemos of 1st, 2nd and 3rd orders went ripening and drying. They were appraised the following factors vegetative and productive of the culture as: height until the first racemo, diameter to five centimeters of the soil, number of us to the 1st racemo, size of the 1st racemo, number of fruits for racemo, weight of 100 seeds, productivity of the racemo; (1st, 2nd and 3rd orders) and total productivity. The irrigation with base in the sheet of 1310mm, 103,8% of the evaporation measured in the tank class provided "HER" the largest total productivity.

Key words: *Ricinus communis* L., management of irrigation, yield

1.1. Introdução

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma das mais de 7.000 espécies da família Euphorbiaceae, possivelmente originária do leste da África, na Etiópia, sendo a Índia, a China, o Brasil e a Rússia os principais países produtores mundiais (FAO 2006). É uma oleaginosa com grande tolerância à seca, exigente em calor e luminosidade, adaptando-se perfeitamente ao semi-árido brasileiro (CARTAXO et al., 2004) e tem sido muito explorada em função do óleo contido em suas sementes que se constitui em matéria-prima para a produção do biodiesel (BELTRÃO et al., 2003).

Atualmente o Brasil é um dos principais produtores mundiais de óleo de mamona. A cultura se encontra em extraordinária recuperação quanto a sua produção nacional, em relação à safra dos últimos dez anos, em função do lançamento de programas de incentivo à produção, em diferentes esferas governamentais, visando incentivar e aperfeiçoar a produção de biodiesel (KOURI & SANTOS 2006). Ao optar pela implementação do programa de biodiesel, tendo a mamona como a base do programa, o governo brasileiro induziu ao aumento de experiências com esta oleaginosa, que também possui um mercado crescente fora do Brasil.

Diante desse cenário, o estado do Ceará aponta como um potencial produtor, tendo em vista que a maior parte da área a ser utilizada com a cultura encontra-se na região de semi-árido, região onde a cultura é bem adaptada.

Existem no interior do estado do Ceará 17 usinas de extração de óleo de mamona e algodão, que se encontram desativadas ou funcionando parcialmente por falta de matéria prima. Ao todo, elas têm capacidade de esmagamento estimada em 24.750 toneladas de bagas por mês (SEAGRI, 2003). Assim, haverá necessidade de se obter maiores produtividades para atender a demanda da indústria de produção do biodiesel ao longo do ano, o que será possível, através de um manejo adequado da irrigação. Entretanto, o semi-árido é caracterizado pela irregularidade pluviométrica ou a sua escassez, por isso a água é um fator limitante para a expansão da agricultura (NOBRE 2007).

A mamoneira é uma planta considerada rústica, de boa capacidade de adaptação, xerófila e heliófila (AMORIM NETO et al., 2001) necessitando de precipitações regulares na sua fase vegetativa e de períodos secos na fase de

maturação dos frutos, mas o excesso de umidade é prejudicial em qualquer período da lavoura, sendo mais crítico na fase inicial e na frutificação (AZEVEDO et al. 1997). Além disso, a cultura da mamoneira desenvolve-se e produz bem em vários tipos de solo, com exceção daqueles de textura muito argilosa, que apresentem deficiência de drenagem e com pH entre 5,8 e 6,5.

Segundo Beltrão et al. (2003), a mamoneira desenvolve-se melhor quando cultivada em ambientes com temperatura média variando entre 20 e 30°C, com elevada insolação, requerendo entre 2000 e 3800 unidades de graus-dias, umidade relativa do ar durante a maior parte do ciclo baixa, entre 30% e 60% (MOSHKIN, 1986) e precipitação de, no mínimo, 700mm, bem distribuídos.

De acordo Amorim Neto et al. (2001), pluviosidades entre 600 e 700mm proporcionam rendimentos superiores a 1500kg ha⁻¹, mas a cultura pode ser economicamente viável em áreas onde a precipitação mínima seja de 400 a 500mm. Para Azevedo e Lima (2001), a maior exigência de água desta oleaginosa ocorre no início da fase vegetativa, contudo ela produz economicamente em áreas onde a precipitação mínima, até o início da floração, seja em torno de 400mm.

Segundo dados do IBGE (2007), a produtividade média brasileira é de 600 a 800kg de baga ha⁻¹ em regime de sequeiro. Mas para Ribeiro Filho (1966), o potencial produtivo da mamoneira está em torno de 10.000kg de bagas ha⁻¹, já observando produtividades maiores do que 8.500kg de bagas ha⁻¹ com cultivares de porte baixo, em regime de irrigação com fertilização e controle total de plantas daninhas, pragas e sem a incidência de doenças. Nobre (2007) produziu mais de quatro toneladas de baga ha⁻¹ em sistema irrigado, nas condições edafoclimáticas de Fortaleza-CE, empregando tecnologias adequadas de manejo e tratos culturais. Entretanto, a produtividade da mamoneira no Nordeste brasileiro ainda é baixa, o que se deve, em parte, ao baixo nível tecnológico empregado por grande parte dos agricultores, que acreditam que a planta não necessita de muitos cuidados (SOUZA, 2007).

Para Corrêia (2006), baixas produtividades alcançadas pela cultura da mamoneira podem ocorrer devido ao plantio antes ou depois do início da estação chuvosa, pois não ocorre a plena utilização da água disponível. Assim, fica reduzido o período de crescimento favorável à produção da planta em condições satisfatórias de umidade. O ideal é que, em sistema de sequeiro o plantio seja realizado no início das primeiras chuvas, para assegurar bom desenvolvimento das plantas.

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

De acordo com Dobashi et al. (1998) e Rego et al. (2004), o déficit hídrico provoca o fechamento dos estômatos, diminuindo a assimilação de CO₂ e conseqüentemente, diminuindo as atividades fisiológicas das plantas, principalmente a divisão e o crescimento das células. Por outro lado, o excesso hídrico causa a falta de oxigênio, prejudicando a respiração e a assimilação dos fotoassimilados.

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

O manejo de irrigação busca suprir a necessidade hídrica da cultura na medida certa, sem déficit, nem excesso. É muito importante para se obter sucesso na produção e também preservar o meio ambiente, que o manejo da irrigação seja feito de forma adequada (GOMES e TESTEZLAF, 2004).

Há vários métodos para determinar a evapotranspiração, os quais, em sua maioria, estimam a evapotranspiração potencial de referência, ou seja, a que ocorre quando não há deficiência de água no solo que limite seu uso pelas plantas. São divididos em dois grandes grupos, ou seja, métodos diretos e métodos indiretos.

Dentre os métodos diretos, o lisímetro é o mais preciso. E dos métodos indiretos, o da radiação solar (FAO) é de maior precisão, entretanto a obtenção de dados e o manejo para se estimar a evapotranspiração através desses métodos é praticamente inviável a nível de pequeno produtor.

Outro método indireto para se estimar a evapotranspiração é o método do tanque classe “A”, desenvolvido pelo Serviço Meteorológico Norte-Americano (U.S.W.B.), através dele mede-se o efeito integrado da radiação solar, vento, temperatura e umidade relativa sobre a evaporação de uma superfície livre de água, onde a planta responde as mesmas variáveis climáticas, (Doorenbos e Pruitt, 1997; Klar, 1991). O método do Tanque Classe “A” apresenta também facilidade de operação e custo relativamente baixo, além dos resultados satisfatórios para estimativa da demanda hídrica das culturas, tornando um dos métodos de uso generalizado, inclusive no Brasil (Klar, 1991; Pereira et al., 1997; Saad & Scaloppi, 1988).

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

1.2. Material e Métodos

O experimento foi instalado em uma área experimental da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza – CE (03°44' S e 38°33 W; 19,5 m de altitude), no período de maio a dezembro de 2006.

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

O solo da área foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 2004), de textura franco-argilo-arenosa. No início do experimento, foram determinadas as características físico-hídricas da área experimental nas profundidades de 0 – 20 cm e 20 – 40 cm, cujas análises foram realizadas no Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará (Tabela 1).

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

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

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



Figura 1 - (A) Área experimental antes do início do experimento; (B) Coveamento e aplicação de calcário dolomítico e micronutrientes; (C) Visão da área após a germinação.

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

Para avaliar o efeito das diferentes lâminas de irrigação no desenvolvimento da mamoneira, foi instalado um experimento no delineamento

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

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

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

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



Figura 2 – Cabeçal de controle utilizado nas fertirrigações.

As irrigações foram realizadas diariamente, no período do 1º ao 170º DAG, com base na evaporação medida em um Tanque Classe “A” instalado ao lado da área experimental. O tempo de irrigação, por tratamento, foi calculado a partir da Equação 01.

$$T_i = \frac{T\% * ECA * E_L * E_G * F_C}{E_i * q_G} \quad 01$$

Onde T_i é o tempo de irrigação, em horas; $T\%$ é o percentual da ECA para cada tratamento; ECA é a evaporação medida no tanque classe “A”; E_L é o espaçamento entre linhas de irrigação em m; E_G é o espaçamento entre gotejadores em m; F_C é o fator de cobertura do solo (0,4 até 45 DAG e 0,7 a partir dos 45 DAG), adimensional; E_i é a eficiência de irrigação, adimensional ($E_i = 0,9$); q_G é a vazão do gotejador em $l\ h^{-1}$.

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

A colheita foi realizada em três etapas, isto é, à medida que os racemos de 1ª, 2ª e 3ª ordens amadureceram e secaram. Foram avaliados os seguintes fatores vegetativos e produtivos da cultura: altura até o primeiro racemo, diâmetro a cinco centímetros do solo, número de nós até o 1º racemo, tamanho do 1º racemo, número de frutos por racemo, peso de 100 sementes, produtividade do racemo; (1ª, 2ª e 3ª ordens) e produtividade total. Os dados foram submetidos a análise de variância e posteriormente quando significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, foram feitas análises de regressão, buscando-se ajustar equações com significados biológicos. Utilizou-se o software “SAEG 9.0 – UFV”.

1.3. Resultados e Discussão

As lâminas de irrigação aplicadas nos diferentes tratamentos durante o período experimental estão apresentadas na Tabela 2. Observa-se que, nos tratamentos com lâminas de irrigação equivalentes a 25; 50; 75; 100 e 125% da evaporação medida no tanque classe “A” (ECA) foram aplicados durante o ciclo da cultura 450; 723; 996; 1.269 e 1.541mm de água, respectivamente.

TABELA 2 – Lâminas de irrigação aplicadas, em mm, nos diversos tratamentos durante o período de realização do experimento. Área experimental da Estação Climatológica da UFC, Fortaleza-CE, 2006.

(%ECA)	(mm de água)						Total
	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	
25	74	116	62	65	68	65	450
50	74	130	123	129	136	129	723
75	74	144	185	194	205	194	996
100	74	158	246	258	273	259	1269
125	74	172	308	323	341	323	1541

As variáveis vegetativas altura da planta até o primeiro racemo, diâmetro a cinco centímetros do solo, número de nós até o 1º racemo, tamanho do 1º racemo e número de frutos por racemo não sofreram influência das lâminas de irrigação. As análises de variância (Tabela 3) mostraram que as lâminas de irrigação influenciaram o peso de 100 sementes (P100SR) para os racemos das três ordens analisadas, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

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

F V	GL.	Q M		
		P100 (R1ª)	P100 (R2ª)	P100 (R3ª)
Tratamento	4	6,115*	6,488*	19,218*
Bloco	3	2,697 ^{ns}	0,00518 ^{ns}	1,286 ^{ns}
Resíduo	12	0,873	0,00527	1,253
Média (g)		42,01	41,56	41,48
CV (%)		5,22	6,75	6,70

P100SR1ª - peso de 100 sementes dos racemos de 1ª ordem / P100SR2ª - peso de 100 sementes dos racemos de 2ª ordem / P100SR3ª - peso de 100 sementes dos racemos de 3ª ordem / (*) = significativo ao nível de 5% de probabilidade / (ns) = não significativo.

A partir das análises de regressão para o peso de 100 sementes dos racemos de 1ª, 2ª e 3ª ordens, verificou-se que o modelo polinomial quadrático foi o mais adequado, com R^2 de 0,94, 0,97 e 0,95 para as respectivas ordens. Os maiores valores para os pesos de 100 sementes estimados a partir das equações obtidas foram de 43,4g; 43,1g e 42,7g para as lâminas máximas de irrigação de 880mm (64,3% da ECA); 1.541mm (125% da ECA) e 1.400mm (112% da ECA), respectivamente (Figuras 3; 4 e 5).

Nobre (2007) obteve valores médios do peso de 100 sementes para os racemos de 2ª e 3ª ordens de 41,05 e 42,38g para as lâminas aplicadas de 100 e 75% da evaporação do tanque reduzido, respectivamente.

Na fase inicial de produção, a mamoneira apresentou-se bastante sensível ao excesso hídrico, tendo em vista que o ponto de inflexão da curva de regressão para o peso máximo de 100 sementes no racemo de 1ª ordem foi relativo a uma lâmina de irrigação de 880mm (64,3% da ECA). Já para os racemos de 2ª e 3ª ordens, a planta mostrou-se mais tolerante ao excesso de água, verificando-se que o ponto de máximo da curva ocorreu com as lâminas de 1.541mm (125% da ECA) e 1.400mm (112% da ECA), respectivamente.

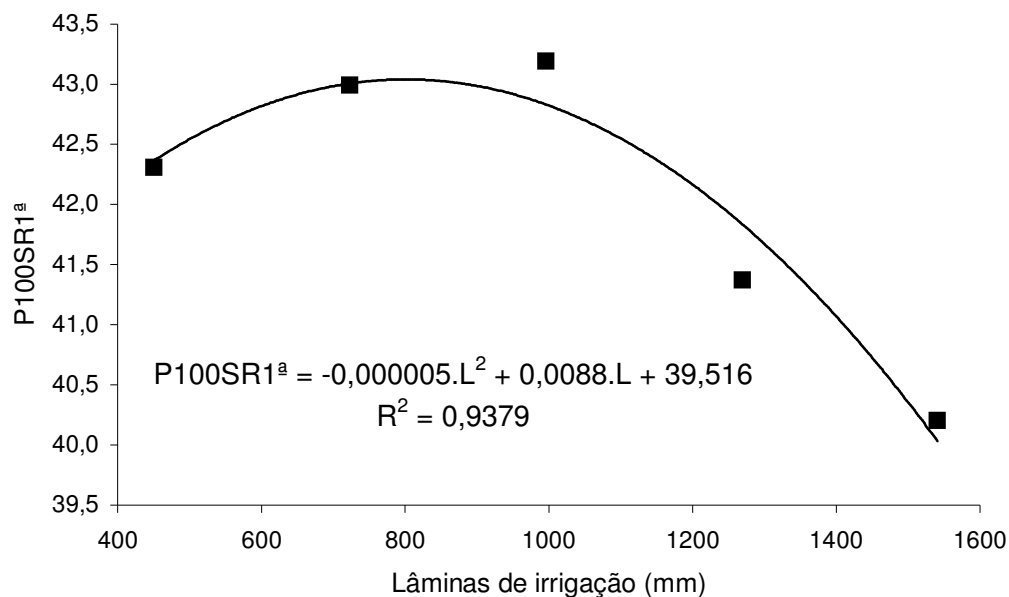


Figura 3 - Peso de 100 sementes do racemo de 1ª ordem (P100SR1ª) em função das diferentes lâminas de irrigação, Fortaleza-CE, 2006.

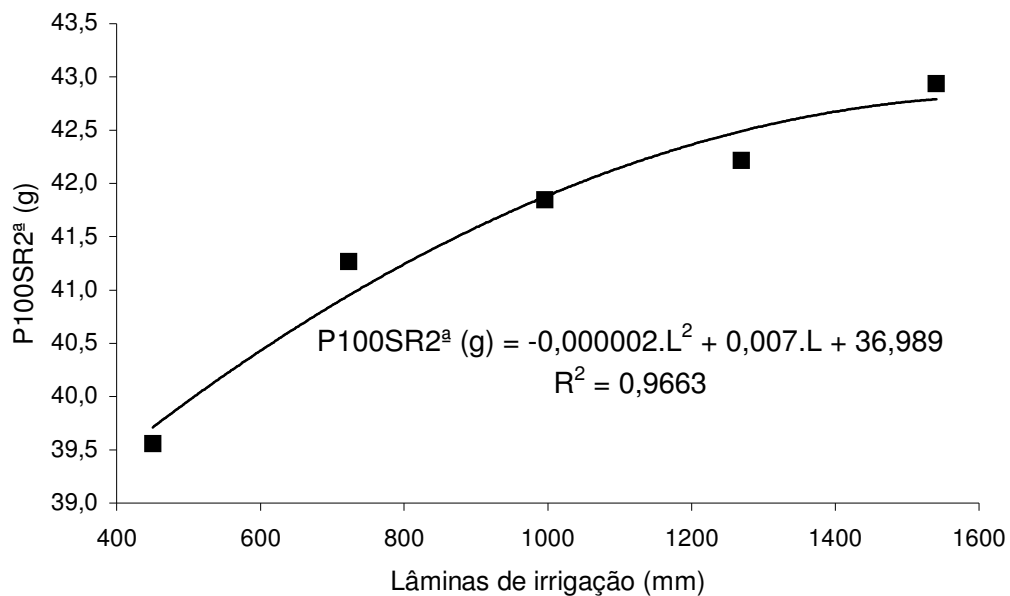


Figura 4 - Peso de 100 sementes dos racemos de 2ª ordem (P100SR2ª) em função dos diferentes lâminas de irrigação, Fortaleza-CE, 2006.

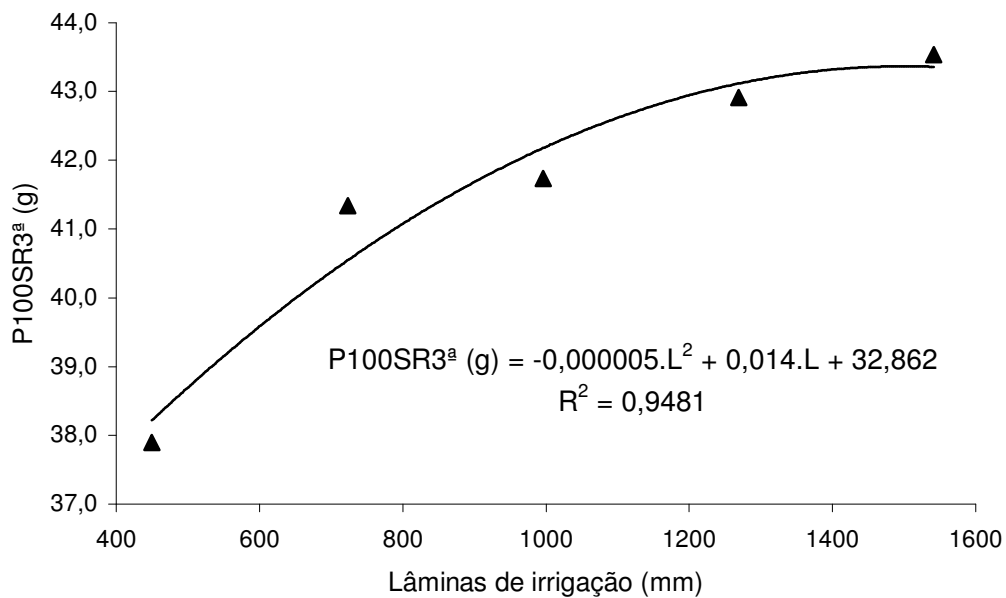


Figura-5: Peso de 100 sementes dos racemos de 3ª ordem (P100SR3ª) em função dos diferentes lâminas de irrigação, Fortaleza-CE, 2006.

Lins (1976) estudando a mamoneira de variedades Paraibana e Sipeal-1 verificou que o peso de 100 sementes cresceu com a ordem dos racemos. Resultados semelhantes também foram obtidos por Nobre (2007), para a variedade IAC-Guarani, em plantio irrigado. Já Corrêa (2005), em experimento com as variedades Nordestina e Paraguaçu, em regime de sequeiro, observou que os racemos de 2ª ordem produziram sementes maiores que os racemos de 1ª e 3ª ordens para as duas variedades analisadas.

Menores valores do peso de 100 sementes nas lâminas mais baixas de irrigação ocorrem porque o decréscimo de água no solo diminui o potencial de água na folha e sua condutância estomática, promovendo o fechamento dos estômatos. Esse fechamento bloqueia o fluxo de CO₂ para as folhas, afetando o acúmulo de fotoassimilados, o que reduz a produção de tecidos e, conseqüentemente, o tamanho da semente (DOBASHI et al., 1998; SCHURR et al., 2000; REGO et al., 2004; VIDAL et al., 2005).

Por outro lado, a planta responde positivamente às condições mais favoráveis de água no solo, mantendo taxas fotossintéticas elevadas, proporcionando uma maior produção de fotoassimilados, implicando em sementes mais pesadas nas lâminas de irrigação mais elevadas. Comentários semelhantes foram feitos por DOBASHI *et al.* (1998) e RIBEIRO FILHO (1996).

As análises de variância mostraram que as produtividades dos racemos de 2ª e 3ª ordens e a produtividade total foram influenciadas pelas lâminas de irrigação ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F (Tabela 4), não havendo efeito significativo para a produtividade dos racemos de 1ª ordem. Verificou-se que a produtividade média total foi de 3.872,8kg ha⁻¹.

Nobre (2007) obteve uma produtividade máxima para a mamoneira variedade IAC-Guarani de 4.161kg ha⁻¹ para um nível irrigado em 89% da evaporação medida no tanque reduzido. Já Drumond et al. (2006a), em trabalhos com os genótipos de mamoneira CNPAM 2001-2, CNPAM 2001-16, CNPAM 2001-63, CNPAM 2001-5, CNPAM 2001-70, BRS 188-Paraguaçu e CNPAM 2001-9, irrigados em Juazeiro, BA, encontraram uma produtividade média de 2.049kg ha⁻¹. Em Petrolina-PE, Drumond et al. (2006b) obtiveram uma produtividade média entre as cultivares em análise de 1.433kg ha⁻¹.

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

F V	GL.	Q M			
		PR1ª	PR2ª	PR3ª	P Total
Tratamento	4	13817,06 ^{ns}	140529,0*	34456,87*	421339,4*
Bloco	3	8385,746 ^{ns}	0,0151*	0,0826*	0,0278 ^{ns}
Resíduo	12	22174,95	0,00370	0,000236	0,00153
Média (kg)		1276,4	1171,4	1424,9	3872,8
CV (%)		6,67	5,25	6,15	6,23

PR1ª - produtividade dos racemos de 1ª ordem / PR2ª - produtividade dos racemos de 2ª ordem / PR3ª - produtividade dos racemos de 3ª ordem / PTOTAL - produtividade total (PR1ª + PR2ª + PR3ª)
(*) = significativo ao nível de 5% de probabilidade / (ns) = não significativo.

Em média, as produtividades dos racemos de 1ª e 3ª ordens foram superiores à de 2ª ordem, indicando que as produtividades dos racemos de 1ª e 3ª ordens contribuíram com 33 e 37% da produtividade total, e o racemo de 2ª ordem contribuiu com apenas 30%.

Corrêa (2005), utilizando as variedades Nordestina e Paraguaçu, em regime de sequeiro, constatou que os racemos de 1ª e 2ª ordens foram os que mais contribuíram na produtividade total da mamoneira, de 32,94% e 55,1% respectivamente; já os racemos terciários contribuíram com apenas 11,93%. Esses resultados podem ser justificados pela curta estação chuvosa no estado do Ceará, o que proporciona uma baixa umidade no solo, durante o período de produção do racemo de 3ª ordem.

As análises de regressão das produtividades dos racemos de 2ª e 3ª ordens e produtividade total foram ajustadas a um modelo polinomial quadrático com R² de 0,84, 0,96 e 0,94, respectivamente. A partir da equação de ajuste, verificou-se que as lâminas equivalentes a 1.224mm (96% de ECA), 1.126,6mm (87% de ECA) e 1.310mm (103,8% de ECA) proporcionaram uma máxima produtividade de 1.245,7, 1.451 e 4.104kg ha⁻¹ para racemos de 2ª e 3ª ordens e produtividade total, respectivamente (Figuras 6, 7 e 8).

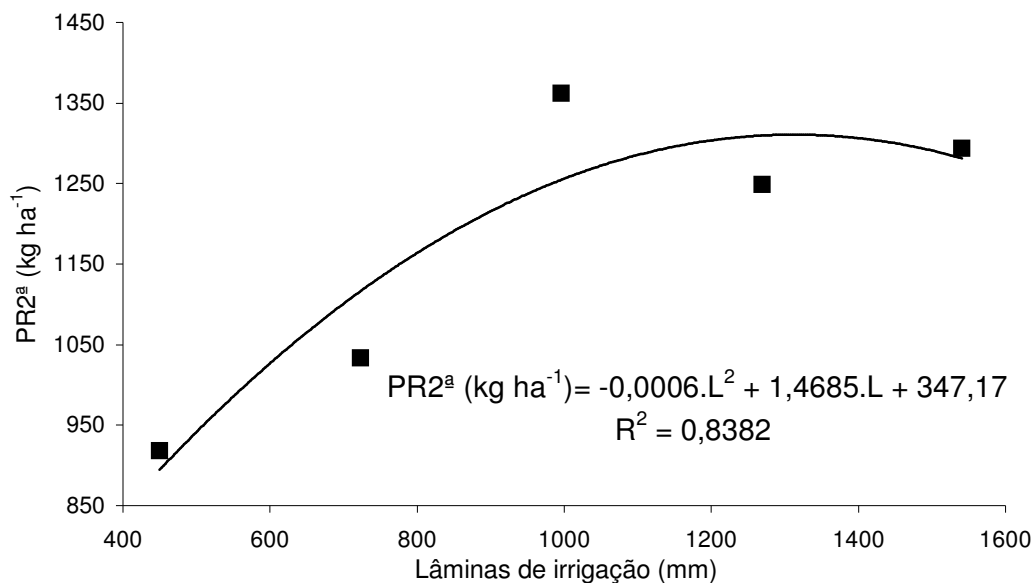


Figura 6 - Produtividade dos racemos de 2ª ordem (PR2ª) da mamoneira, em função das diferentes lâminas de irrigação, Fortaleza-CE, 2006.

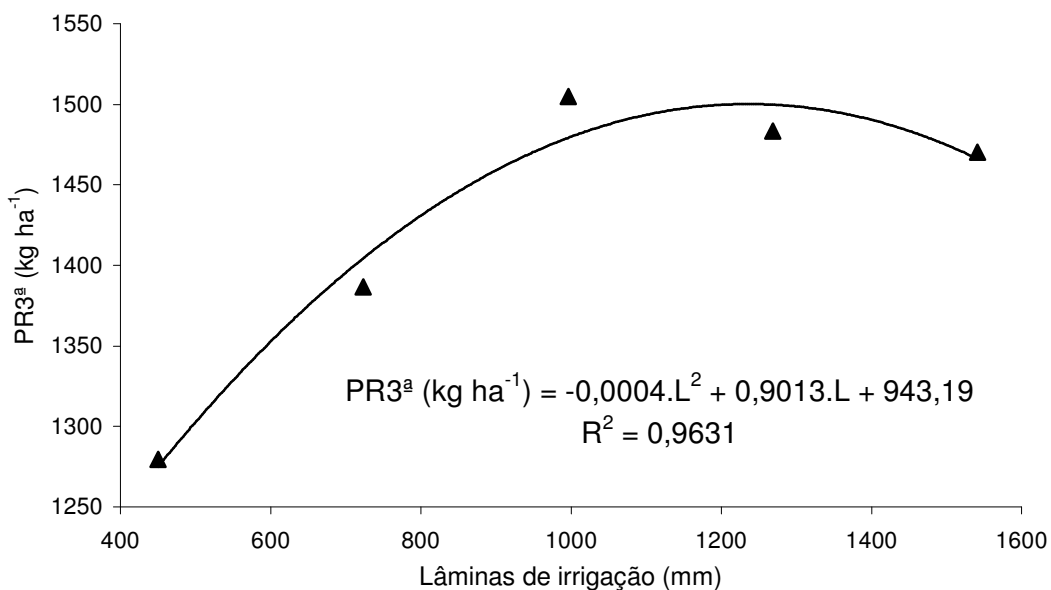


Figura 7 - Produtividade dos racemos de 3ª ordem (PR3ª) da mamoneira, em função das diferentes lâminas de irrigação, Fortaleza-CE, 2006.

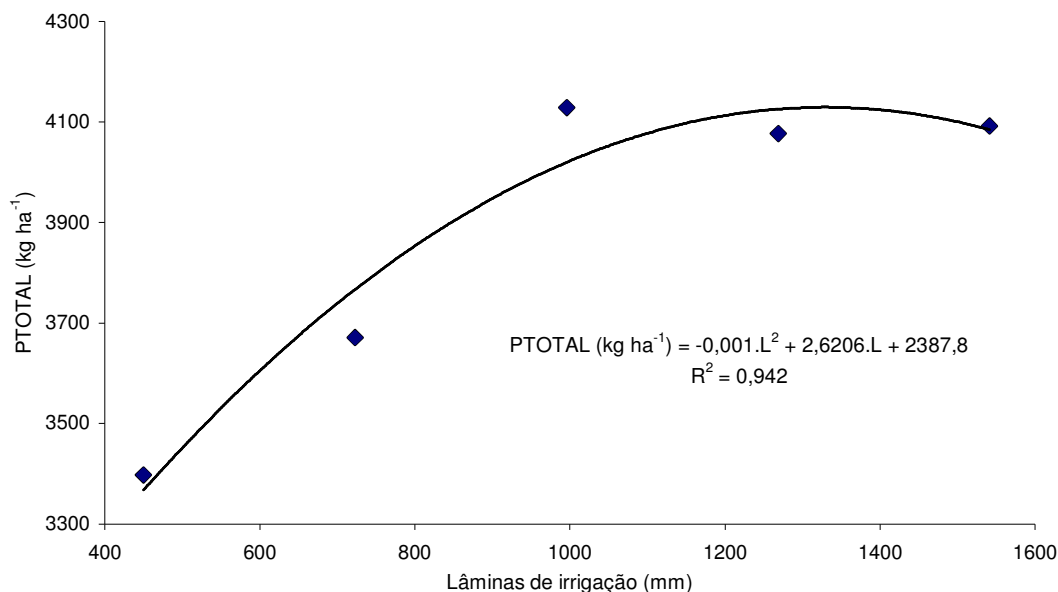


Figura 8 - Produtividade total (PTOTAL) da mamoneira, em função das diferentes lâminas de irrigação, Fortaleza-CE, 2006.

Verificou-se que tanto o déficit quanto o excesso hídrico provocaram queda na produtividade. O prolongamento do tempo em que a planta encontra-se sob estresse poderá ocasionar redução na produtividade dos racemos de ordens mais elevadas, uma vez que parte da energia da planta está sendo utilizada para corrigir disfunções da planta (BELTRÃO, 2006).

De um modo geral, a produtividade total tendeu a diminuir no tratamento com aplicação de lâmina superior a 1.310mm (103,2% da ECA). Isto pode ter ocorrido pelo fato de que um possível excesso hídrico, sob essas condições, tenha ocasionado a diminuição da pressão de oxigênio (hipoxia) ou a falta do mesmo (anoxia), dificultando a respiração das plantas e, conseqüentemente, diminuindo a produção de energia necessária para a síntese e translocação dos compostos orgânicos e a absorção ativa dos mesmos. Comentários semelhantes foram feitos por Chaves (2004).

Os resultados deixam claro que, nas condições climáticas do Nordeste brasileiro, cultivos de mamona com o uso de irrigação têm a sua produtividade aumentada. Essas constatações estão de acordo com Nobre (2007), na cultura da

mamoneira, Silva et al (2007), na cultura do girassol, Ramos (2002), na cultura da pupunha e Silva e Beltrão (2000), na cultura do amendoim.

1.4. Conclusões

Com base nas condições de realização do presente trabalho, conclui-se que as lâminas de irrigação influenciaram os fatores produtivos peso de 100 sementes, produtividades dos racemos de 2ª e 3ª ordens e produtividade total.

A irrigação com uma lâmina 1.310mm (103,2% da ECA), proporcionou a maior produtividade.

1.5. Referências Bibliográficas

AMORIM NETO, M. da S.; ARAÚJO, E. de; BELTRÃO, N. E. de M. Clima e solo. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (eds. tec.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. cap. 5, p. 63-76.

AZEVEDO, D. M. P. de.; LIMA, E. F. O. **O Agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, 2001.

AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S.; LIMA, E. F. **Recomendações técnicas para o cultivo da mamona (*Ricinus communis* L.) no Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1997. 52p. (EMBRAPA- CNPA . Circular Técnica, 25).

BELTRÃO, N. E. M. et al. Fisiologia da mamoneira, cultivar BRS-149 Nordestina na fase inicial de crescimento, submetida a estresse hídrico. **Revista Brasileira de Oleaginosas e fibrosas**, Campina Grande: Embrapa Algodão, v. 7, n. 1, p. 659-664. jan-abr. de 2003.

BELTRÃO N. E. de M.; CARDOSO, G. D. **Informações sobre os Sistemas de Produção Utilizados na Ricinocultura na Região Nordeste, em Especial o Semi-Árido e outros Aspectos Ligados a sua Cadeia**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 5 p. 2004. (CNPA - Comunicado Técnico, 213).

BELTRÃO, N. E. de M.; SOUZA, J. G. de; SANTOS J. W. dos Algumas alterações metabólicas ocorridas na mamoneira (BRS 149 Nordestina) devido ao estresse hídrico por deficiência e excesso no ambiente edáfico **Revista Brasileira de Oleaginosas e fibrosas**, Campina Grande, v.10, n.1/2, p.977-984, jan./ago, 2006.

CARTAXO, W.V.; BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, O. R. R. F. da; SEVERINO, L. S.; SUASSUNA, N. D.; SOARES, J. J. **O cultivo da mamoneira no semi-árido brasileiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. (Circular Técnica, 77).

CHAVES, S.W.P. **Coeficiente de cultivo, necessidade hídrica e a adubação nitrogenada da cultura de pimenta.** 2004. 60f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Área de concentração Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-Ce.

CORRÊA, M. L. P.; TÁVORA, F. J. F.; E PITOMBEIRA, J. B. Comportamento de cultivares de mamona em sistemas de cultivo isolados e consorciados com caupi e sorgo granífero, **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.37, n.2, p.200-207, 2006.

CORRÊA, M. L. P.; TÁVORA, F. J. F.; E PITOMBEIRA, J. B. Comportamento de cultivares de mamona em sistemas de cultivo isolados e consorciados com caupi e sorgo granífero, **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.37, n.2, p.200-207, 2006.

DOBASHI, A. M. Avaliação do crescimento da boca de leão (*Antirrhinum majus*) submetido a diferentes lâminas de deficiência hídrica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de caldas. **Anais.** Poços de caldas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998. v. 1, p. 100-102.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Necessidades hídricas das culturas.** Campina Grande: UFPB, 1997. 204p.

DRUMOND, M. A.; ANJOS, J. B.; MILIANI, M., MORGADO, L. B.; SOARES, J. M. Comportamento de diferentes genótipos de mamoneira irrigados por gotejamento em Juazeiro-BA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006a, Aracajú. **Cenário Atual e Perspectiva - Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. CD-ROOM.

DRUMOND, M. A.; ANJOS, J. B.; MILIANI, M., MORGADO, L. B.; SOARES, J. M. Comportamento de diferentes genótipos de mamoneira irrigados por gotejamento em

Petrolina-PE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006b, Aracajú. **Cenário Atual e Perspectiva - Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. CD-ROOM.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Necessidades hídricas das culturas.** Campina Grande: UFPB, 1997. 204p.

EMBRAPA. Centro nacional de pesquisa de solo. Sistema de classificação de solos. Brasília, Embrapa: produção de informação, 1999, 412p.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations.** Disponível em: <http://www.fao.org/>. Acesso em: 30 jun. 2007.

GOMES, E. P.; TESTEZLAF, R. **Manejo de irrigação na tomaticultura-de-mesa.** Disponível em <http://www.agr.unicamp.br/tomates/irrigaçoerecursoshídricos.htm>> Acesso em : 12 nov. 2007.

IBGE: **Levantamento Sistemático da Produção.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso: 25 jun. 2006.

KLAR, A.E. **Irrigação:** frequência e quantidade de aplicação. São Paulo: Nobel, 1991. 156p.

KOUTROUBAS, S. D.; PAPAKOSTA, D. K.; DOITSINIS, A. Adaptation and yielding ability of castor plant (*Ricinus communis* L.) genotypes in a Mediterranean climate. **European journal of agronomy**, v. 11, p. 227-237, 1999. Disponível em: <<http://www.elsevier.com/locate/eja>>. Acesso em: 21 de jan. 2006.

KOURI, J.;SANTOS, R. F. dos; ASPECTOS ECONÔMICOS DO AGRONEGÓCIO DA MAMONA NO BRASIL. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracajú. **Cenário Atual e Perspectiva - Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. CD-ROOM.

LINS, E. de C.; TÁVORA, F. J. A. F.; ALVES, J. F. Efeito da ordem do racemo nas características de sementes de mamona (*Ricinus communis* L.). **Revista Ciência Agronômica**. Fortaleza: v.6, n. (1-20), p.91 – 98, 1976.

MOSHKIN, V.A. Ecology. In: MOSHKIN, V.A. **Castor**. New Delhi: Amerind, p. 54-64, 1986.

NOBRE, J. G. A.; **Respostas da mamona à irrigação e à aplicação de potássio em Argissolo Vermelho-Amarelo**. 2007. 71f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

OLIVEIRA, D. Embrapa e Emater-PB promovem dia-de-campo sobre cultivar de mamona 2004. Disponível em: http://www.cnpa.embrapa.br/noticias/2004/noticia_20040827.html Acesso em 01 de fevereiro de 2007.

PEREIRA. A.R.; VILLA NOVA, N.A.; SEDIYAMA, G.C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183 p.

RAMOS, A.; **Análise do desenvolvimento vegetativo e produtividade da palmeira pupunha (*Bractris gasípaes kunth*) sob lâminas de irrigação e adubação nitrogenada** 2002. 113p. : il Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

REGO, J.L., VIANA, T.V.A., AZEVEDO, B.M. , BASTOS, F.G.C., GONDIM, R.S. Efeitos de lâminas de irrigação sobre a cultura do crisântemo. **Revista Ciência Agronômica**. Fortaleza: v.35, n.2, p.302 – 308, 2004.

RIBEIRO FILHO, J. **Cultura da mamoneira**. Viçosa, MG: UFV, 75p. 1966.

SAAD, J.C.C.; SCALOPPI, E.J. **Análise dos principais métodos climatológicos para estimativa da evapotranspiração potencial.** In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 8., 1988, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem, 1988. v.2, p.999-1201.

SANTOS, R. F. dos; BARROS, M. A. L.; MARQUES, F. M.; FIRMINO, P. de T.; REQUIÃO, L. E. G. Análise Econômica. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (eds. tec.). **O agronegócio da mamona no Brasil.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, cap. 1, p. 17-35, 2001.

SEAGRI. **Anteprojeto para o Agronegócio da Mamona no Estado do Ceará.** Fortaleza, 2003, 37p.

SANTOS, F. J. de S.; LIMA, R. N.; RODRIGUES, B. H. N.; CRISOSTOMO, L. A.; SOUSA, F. de ; OLIVEIRA, J. J. G.; **Manejo da Irrigação da melancia: Uso do tanque classe "A".** Fortaleza: EMBRAPA Agroindústria Tropical: 2004,13 p. (Circular Técnica, 20).

SCHURR, U.; HECKENBERGER, U.; HERDEL, K.; WATER, A.; FEIL, R. Leaf development in *Ricinus communis* during drought stress: dynamics of growth processes, of cellular structure and of sink-source transition. **Journal of experimental Botany.** Oxford, v. 51, n. 350, p. 1515-1529, sep. 2000. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science>>. Acesso em: 04 oct. 2006.

SILVA, L. C.; BELTRÃO, N. E. de M.; INCREMENTO DE FITOMASSA E PRODUTIVIDADE DO AMENDOINZEIRO EM FUNÇÃO DE LÂMINA E INTERVALOS DE IRRIGAÇÃO **Revista Brasileira de Oleaginosas e fibrosas,** Campina Grande, v.4, n.2, p.111-121, maio-ago, 2000.

SILVA, M. de L. O. e; FARIA, M. A. de; REIS, R. P.; SANTANA, M. J. de MATTIOLI, W.; VIABILIDADE TÉCNICA E ECONOMICA DO CULTIVO DE SAFRINHA DO GIRASSOL IRRIGADO NA REGIÃO DE LAVRAS, MG **Ciênc. agrotec.,** Lavras, v. 31, n. 1, p. 200-205, jan./fev., 2007.

SOUZA, A. dos S.; Manejo cultural da mamoneira: época de plantio, irrigação, espaçamento e competição de cultivares. Tese (Doutorado em Agronomia – Área de Concentração Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 212p. 2007.

TÁVORA, F. J. A. F. **A cultura da mamoneira**. Fortaleza: EPACE, 1982. 111p.

VIDAL, M. S.; CARVALHO, J. M. F. C.; MENESES, C. H. S. G. **Déficit Hídrico: Aspectos Morfofisiológicos**. Campina Grande, 2005. 19p. (Embrapa Algodão. Documentos, 142).

VIJAYA KUMAR, P. et al. 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: 01 de março, 2007.

WEISS, E.A. **Oilseed crops**. London: Longman, 660p. 1983.

2. AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DA MAMONEIRA SUBMETIDA A DIFERENTES NÚMEROS DE DIAS COM IRRIGAÇÃO

RESUMO DO CAPITULO

Com o objetivo de avaliar a produtividade da mamoneira IAC-Guarani (*Ricinus communis* L.) em função do número de dias com irrigação, em diferentes fases fenológicas da cultura, foi instalado um experimento na área experimental da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza – CE (03°44' S; 38°33' W; 19,5 m), no período de maio a dezembro de 2006. A semeadura foi feita em covas, espaçadas de 1,0 x 1,0 m. A mamoneira foi irrigada por gotejamento, sendo a lâmina aplicada estimada em 75% da evaporação medida no tanque classe “A” (ECA). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com cinco tratamentos e quatro repetições compostos pela irrigação até os 75; 90; 105; 120 e 135 dias após a germinação (DAG). A colheita foi realizada em três etapas, à medida que os racemos de 1ª, 2ª e 3ª ordens amadureceram e secaram. Foram avaliados os seguintes fatores produtivos da cultura: números de frutos por racemo, peso de 100 sementes, produtividade dos racemos de 1ª, 2ª e 3ª ordens e produtividade total. Os diferentes números de dias com irrigação influenciaram o peso de 100 sementes, e a produtividade do racemo de 2º ordem e a produtividade total da mamoneira. A maior produtividade foi obtida quando se irrigou até os 105 dias após a germinação.

Palavras-chave: *Ricinus communis* L., suspensão de irrigação, fatores produtivos

EVALUATION OF THE PRODUCTIVITY IN THE CULTURE OF CASTOR OIL PLANT SUBMITTED TO DIFFERENT NUMBERS OF DAYS WITH IRRIGATION

ABSTRACT CAPTER

With the objective of evaluating the productivity of the mamoneira IAC-Guarani (*Ricinus communis* L.) in function of the number of days with irrigation, in different phases fenológicas of the culture, an experiment was installed in the experimental area of the Federal University of Ceará, in Fortaleza. CE (03°44' S and 38°33' W; 19,5 m), in the period of May to December of 2006. The sowing was made in holes, spaced of 1,0 x 1,0 m. The mamoneira was irrigated by leak, being the dear sheet in 75% of the evaporation measured in the tank classe "A" ECA). The experimental delineamento was in blocks at random with five treatments and four repetitions composed by the irrigation up to the 75; 90; 105; 120 and 135 days after the germination (DAG). The crop was accomplished in three stages, to the measure that the racemos of 1st, 2nd and 3rd orders ripened and they dried. They were appraised the following productive factors of the culture as: numbers of fruits for racemo, weight of 100 seeds, productivity of the racemos of 1st, 2nd and 3rd orders and total productivity. The different numbers of days with irrigation influenced the weight of 100 seeds and productivity of the racemo of 2nd order and the total productivity of the mamoneira. The largest productivity was obtained when it was irrigated up to 105 days after the germination.

Key-words: *Ricinus communis* L., irrigation suspension, productive factors

2.1. Introdução

A mamona (*Ricinus communis* L.) é conhecida no Brasil sob as denominações de mamoneira, rícino, carrapateira, bafureira, baga e palma-criste, sendo facilmente encontrada em regiões de clima tropical no nordeste brasileiro. É uma cultura explorada industrialmente em função do óleo encontrado na sua semente, que pode ser usado na fabricação de tintas e isolantes. Serve como lubrificante na aeronáutica, base na manufatura de cosméticos, drogas e farmacêuticos e em vários processos industriais, sendo um óleo bastante estável em variadas condições de temperatura e pressão (COSTA et al., 2000).

Com a busca da utilização de combustíveis renováveis e que sejam menos agressivo ao meio ambiente, o óleo da mamona surge como alternativa a substituição dos combustíveis de origem fóssil, pois, além de todas as vantagens técnicas como fonte de energia menos poluente que o diesel alto teor de óleo entre 48 e 50%, também apresenta inúmeras vantagens econômicas e sociais como: ampliação da renda nos municípios do semi-árido, redução do êxodo rural, geração de empregos no campo e na agroindústria e, conseqüentemente, a inserção na economia de pequenos agricultores que hoje se encontram à margem do processo de desenvolvimento econômico, por isso é considerada uma excelente alternativa principalmente na região Nordeste (ANDRADE, 2006).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de mamona perdendo apenas para a Índia e a China, respectivamente, 1º e 2º colocados. A safra brasileira no ano agrícola 2006 foi de 95 mil toneladas, em uma área colhida de 151.060 hectares e rendimento de 628kg ha⁻¹, representando uma extraordinária recuperação da produção nacional em relação às safras dos últimos dez anos (IBGE, 2006).

Atualmente, o estado da Bahia é o maior produtor nacional de mamona com uma produção de 68.615 toneladas de bagas na safra de 2006, correspondendo por mais de 85% da produção nacional em uma área colhida de 108.950 há e um rendimento médio de 629kg ha⁻¹. O Ceará ocupa o terceiro lugar com uma produção de 4.393 toneladas de bagas em uma área colhida de 6.316ha e um rendimento médio de 695kg ha⁻¹ (IBGE, 2006).

A mamoneira é uma espécie de oleaginosa cuja produção se dá em quase todas as zonas tropicais e subtropicais do mundo, independente da qualidade do

solo. No Brasil, pode ser encontrada em diversas regiões, em estado asselvajado e cultivada basicamente por pequenos produtores, em regime de sequeiro, que usam a mamona como segunda cultura em sistemas de plantios consociados e utilizam mão-de-obra familiar e com baixo nível tecnológico, em propriedades de, no máximo, três hectares (MELO et al., 2006; ABOISSA, 2005).

A falta de chuvas é um dos grandes agravantes do subdesenvolvimento e da miséria na região Nordeste, mas não é, a causa principal dos problemas sociais dessa região. A base destes problemas pode ser encontrada na falta histórica de políticas públicas eficientes que promovam o desenvolvimento rural sustentável inserindo a agricultura familiar e que busquem estratégias eficazes para o convívio com o semi-árido em substituição a políticas voltadas para o combate e mitigação dos efeitos imediatos da seca (FERREIRA, 2006). As culturas agrícolas nessa região devem resistir a condições adversas de clima, temperatura, umidade e água, que é um fator limitante a expansão e a produtividade das culturas, principalmente quando são exploradas em regime de sequeiro, necessitando serem bem adaptadas a períodos de estiagem e a curta estação chuvosa (DINIZ, 1999).

Como alternativa para solucionar os períodos de estiagem nas regiões semi-áridas, a irrigação objetiva basicamente suprir a umidade necessária ao crescimento e ao desenvolvimento das plantas e lixiviar os sais do solo. Mas há regiões onde a água é limitante e a prática da irrigação com déficit é mais rentável do que a prática da irrigação sem déficit hídrico (HARGREAVES & SAMANI, 1984). Uma dessas práticas é a suspensão da irrigação mais cedo, desde que haja água suficiente armazenada no solo, a fim de que a cultura não sofra déficit que restrinja o seu potencial produtivo nem afete a qualidade do produto final.

O efeito do estresse hídrico depende da variedade, do grau de duração e do estágio fenológico da planta, podendo trazer resultados tanto negativos quanto positivos (GINESTAR E CASTEL, 1996). Como efeito negativo, Castel e Buj (1990) encontraram que plantas jovens de “Clementina”, na Espanha, tiveram a sua produtividade afetada pelos tratamentos com maiores déficits hídricos para cada período do ano e que o período mais sensível foi durante o florescimento e a formação do fruto. Como efeitos benéficos, Southwick e Davenport (1987) mostraram que a floração em lima “Tahiti” pode ser induzida visando uma produção fora de época, bem como, intensificada, através de um período curto de estresse

hídrico, seguido de condições favoráveis para o crescimento e desenvolvimento dos frutos.

Durante o ciclo de vida, as plantas, nem sempre encontram condições ambientais onde todos os fatores sejam favoráveis ao seu crescimento e desenvolvimento. Um importante fator ambiental que limita o crescimento é a redução na disponibilidade de água no solo. As plantas desenvolvem mecanismos de adaptação à seca como: fechamento estomático, ajustamento osmótico, ajustamento da parede celular, produção de folhas menores, redução da área foliar e aumento na densidade e profundidade de raízes. No entanto, o fechamento dos estômatos e a redução da área foliar são mecanismos que limitam a produtividade, uma vez que provocam queda na absorção de CO₂ e na interceptação de luz, respectivamente, podendo resultar em danos no aparelho fotossintético, limitando o processo da fotossíntese como um todo (KANO et al., 1999; NEUMANN, 1995; OLIVEIRA, 1995; BARKER et al., 1993; CHAVES, 1991).

Segundo Mota (1999), a água constitui fator de máxima importância nas diferentes fases da vida da planta, e o seu consumo é variável e proporcional ao desenvolvimento da cultura, atingindo valor máximo nas fases de floração e frutificação. Além disso, a falta de água no solo, mesmo que na fase de maturação, implica em sementes com baixo peso e teor de óleo enquanto que a umidade ideal durante o ciclo da cultura proporciona sementes de melhor qualidade, com reflexos positivos na massa e no teor de óleo das sementes (SOUZA, 2007 e HEMERLY, 1981). Ahmed (1984) estudando o efeito do déficit hídrico durante diferentes estádios de desenvolvimento em soja, concluíram que plantas estressadas durante os estádios de pré-floração e floração produzem menores quantidades de flores, vagens e sementes devido ao encurtamento desses estádios e ao aborto de algumas flores.

Segundo Beltrão et al. (2003), a mamoneira desenvolve-se melhor quando cultivada em ambientes com temperatura média variando entre 20 e 30°C, com elevada insolação, requerendo entre 2000 e 3800 unidades de graus-dias, umidade relativa do ar durante a maior parte do ciclo baixa, entre 30% e 60% (MOSHKIN, 1986) e precipitação de, no mínimo, 700mm, bem distribuídos. De acordo Amorim Neto et al. (2001), pluviosidades entre 600 e 700mm proporcionam rendimentos superiores a 1500kg ha⁻¹.

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

Bezerra et al. (2003) testando interrupção da irrigação, com supressão aos 20, 30, 40, 50 e 60 dias após a floração, na cultura do algodoeiro herbáceo, cultivar BRS 201, verificaram que a irrigação pode ser suspensa decorrida 40 dias após a floração (cerca de 80 dias após a emergência), sem que haja prejuízo para o rendimento da cultura.

Um dos principais fatores limitantes à expansão da produção agrícola é o déficit hídrico, no entanto, as pesquisas com a mamona têm se limitado a disponibilizar informações básicas de plantio, tais como: espaçamento, adubação convencional, etc., necessitando-se de estudos quanto à resistência dessa cultura ao déficit hídrico ocasionado pela suspensão da irrigação ou a falta de chuvas em diferentes fases fenológicas.

Neste contexto, faz-se oportuno avaliar o crescimento vegetativo e a produtividade da mamoneira variedade IAC-Guarani, sob o efeito do número de dias com irrigação, em diferentes períodos da fase fenológica.

2.2. Material e Métodos

O experimento foi instalado em uma área experimental da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza – CE (03°44' S; 38°33' W; 19,5 m de altitude), no período de maio a dezembro de 2006.

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

O solo da área foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 2006), de textura franco-argilo-arenosa. No início do experimento, foram determinadas as características físico-hídricas da área experimental nas profundidades de 0 – 20 cm e 20 – 40 cm, cujas análises foram realizadas no Laboratório de Solos e Água do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará (Tabela 5).

TABELA 5 - Características físico-hídricas nas profundidades de 0 – 20 cm e 20 – 40 cm do solo da área experimental da Estação Climatológica da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2006.

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

O experimento teve início com o preparo do solo, constando de uma aração e de duas gradagens cruzadas. Um mês antes da semeadura foram abertas as covas no espaçamento 1 x 1m, fazendo-se a correção do pH do solo com a aplicação de 50g de calcário dolomítico por cova a uma profundidade de 10cm (Figura 9).



Figura-9: Aplicação de calcário dolomítico e micronutrientes.

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

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com cinco tratamentos (irrigação até os 75; 90; 105; 120 e 135 dias após a germinação (DAG)) e quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais. Cada parcela foi composta de 6 plantas, sendo 4 consideradas úteis e as 2 localizadas nas extremidades de bordadura, com área de 6 m² (6,0m x 1,0m). A área total por experimento foi de 120 m², com área útil de 80 m².

O plantio foi realizado no dia 27 de maio de 2006, semeando-se três sementes por cova, da variedade IAC-Guarani a uma profundidade de 3 a 5cm. Aos 11 dias após a semeadura, observou-se uma germinação de 90% das sementes, sendo esta data caracterizada como o 1º dia após a germinação (DAG). No 3º DAG, fez-se a operação de replantio e aos 15 DAG, realizou-se o desbaste, deixando-se apenas uma planta por cova (Figura 10).



Figura 10 Mamoneira após a germinação

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

O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento, composto por bomba submersa 0,75cv, tubulação em PVC 2", mangueira de 18mm com gotejador autocompensante, espaçados em 1,0 m, vazão de $3,8 \text{ l h}^{-1}$; pressão de serviço de $1,0 \text{ kgf.cm}^{-2}$. O cabeçal de controle foi constituído de manômetro de glicerina, filtro de disco, registro de gaveta e um venturi.

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

A lâmina foi aplicada em função do tempo de irrigação, calculado a partir da Equação 02.

$$T_i = \frac{75\% * ECA * E_L * E_G * F_C}{E_i * q_G} \quad 02$$

Onde T_i é o tempo de irrigação, em horas; ECA é a evaporação medida no tanque classe “A”; E_L é o espaçamento entre linhas de irrigação em m; E_G é o espaçamento entre gotejadores em m; F_C é o fator de cobertura do solo (0,4 até 45 DAG e 0,7 a partir dos 45 DAG), adimensional; E_i é a eficiência de irrigação, adimensional ($E_i = 0,9$); q_G é a vazão do gotejador em $l\ h^{-1}$.

A colheita foi realizada em três etapas, isto é, à medida que os racemos de 1^a, 2^a e 3^a ordens amadureceram e secaram.

Foram avaliados os seguintes fatores produtivos da cultura: número de frutos por racemo, peso de 100 sementes e produtividade dos racemos de 1^a, 2^a e 3^a ordens, respectivamente e produtividade total. Os dados foram submetidos à análise de variância e posteriormente quando significativo pelo teste F ao nível de 1 ou 5% de probabilidade, foram feitas análises de regressão, buscando-se ajustar equações com significados biológicos. Utilizou-se o software “SAEG 9.0 – UFV”.

2.3. Resultados e Discussão

A análise de variância mostrou que o número de frutos dos racemos de 1^a, 2^a e 3^a ordens e o peso de 100 sementes dos racemos de 1^a ordem não foram influenciados pelo número de dias de irrigações. Já o peso de 100 sementes dos racemos de 2^a e 3^a ordens tiveram efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F, quanto ao número de dias com irrigação (Tabela 6 e 7).

TABELA 6 - Resumo da análise de variância para o número de frutos nos racemos de 1^a, 2^a e 3^a ordens (NFR1^a), (NFR2^a) e (NFR3^a), respectivamente, em função dos números de dias com irrigação, Fortaleza-CE, 2006.

F V	GL.	Q M		
		NFR1 ^a	NFR2 ^a	NFR3 ^a
Tratamento	4	235,2 ^{ns}	101,0 ^{ns}	19,32 ^{ns}
Bloco	3	464,1 ^{ns}	31,66 ^{ns}	41,22 ^{ns}
Resíduo	12	196,6	33,04	53,83
Média		100,85	35,99	35,69
CV (%)		13,90	15,97	20,55

(*): significativo ao nível de 5% de probabilidade; (**): significativo ao nível de 1% de probabilidade; (ns): não significativo.

TABELA 7 - Resumo da análise de variância para o peso de 100 sementes nos racemos de 1^a, 2^a e 3^a ordens (P100SR1^a), (P100SR2^a) e (P100SR3^a), respectivamente, em função dos números de dias com irrigação, Fortaleza-CE, 2006.

F V	GL.	Q M		
		P100 (R1 ^a)	P100 (R2 ^a)	P100 (R3 ^a)
Tratamento	4	1,255 ^{ns}	1,299 ^{**}	2.768 ^{**}
Bloco	3	1,322 ^{ns}	0,0246 ^{ns}	0.363 ^{ns}
Resíduo	12	3,827	0,214	0.237
Média (g)		41,54	40,60	35.71
CV (%)		4,71	4,14	4.37

(*): significativo ao nível de 5% de probabilidade; (**): significativo ao nível de 1% de probabilidade; (ns): não significativo.

Embora os valores médios do número de frutos dos racemos das três ordens não tenham sido estatisticamente diferentes, em termos absolutos verificou-se que no racemo de 1ª ordem houve exigência de um maior número de dias com irrigação, o qual foi diminuindo nos racemos de 2ª e 3ª ordens. Observou-se um incremento de 15,7%, no número de frutos dos racemos de 1ª ordem, quando a irrigação ocorreu até aos 120 dias, em comparação as médias dos outros tratamentos e um incremento de 18,7% e 10,7% no número de frutos dos racemos de 2ª e 3ª ordens quando as irrigações ocorreram até aos 105 e 90 dia respectivamente. No número de frutos observa-se também que em média o racemos de 1ª ordem contribuíram com 58,4% e os racemos de 2ª e 3ª ordens contribuíram com 20,8% da produção total cada um respectivamente (Tabela 8).

TABELA 8 - Médias dos números de frutos nos racemos de 1ª, 2ª e 3ª ordens (NFR1ª), (NFR2ª) e (NFR3ª) e pesos de 100 sementes nos racemos de 1ª, 2ª e 3ª ordens (P100SR1ª), (P100SR2ª) e (P100SR3ª), respectivamente, Fortaleza-CE, 2006.

Dias com irrigação	NFR1ª	NFR2ª	NFR3ª	P100SR1ª (g)	P100SR2ª (g)	P100SR3ª (g)
T ₁ – 75	92,25	33,06	32,67	40,56	39,74	36,05
T ₂ – 90	98,38	41,19	38,67	41,85	40,89	36,80
T ₃ – 105	98,88	41,50	36,50	41,88	41,19	35,07
T ₄ – 120	113,13	33,63	34,88	41,82	40,85	35,95
T ₅ – 135	101,63	30,56	35,75	41,61	40,35	34,71
Média	100,85	35,99	35,69	41,54	40,60	35,71

Médias seguidas com letras distintas na mesma coluna, diferem entre si ao nível de probabilidade de 5% pelo teste Tukey.

Segundo Mota (1999), a água constitui fator de máxima importância nas diferentes fases da vida da planta, e o consumo é variável e proporcional ao desenvolvimento da cultura, atingindo consumo máximo na fase de floração e frutificação. Diante do exposto, podemos especular que a competitividade por água e nutrientes entre as ordens dos racemos aumenta à medida que diminui o número de dias com irrigação, o que pode ter ocasionado uma redução no número de frutos nas ordens mais elevadas.

Em média verificou-se que o peso de 100 sementes diminuiu ao longo do ciclo da cultura, onde nos racemos de 1ª, 2ª e 3ª ordens o peso foi de 41,54; 40,60 e

35,71g, respectivamente. A partir da análise de regressão do peso de 100 sementes dos racemos de 2ª ordem (P100SR2ª) em função do número de dias com irrigação, ajustou-se um modelo polinomial quadrático com R^2 de 0,9625, com valor máximo estimado a partir da equação obtida de 40,62g, quando a irrigação ocorreu até aos 104 dias (Figura 11). Embora o peso de 100 sementes do racemo de 3ª ordem tenha sido significativo, não foi possível ajustar um modelo matemático relacionando peso de 100 sementes em função do número de dias com irrigação para esta ordem.

Falta de água no solo, mesmo que na fase de maturação, implica em sementes com baixo peso e teor de óleo enquanto que a umidade ideal durante o ciclo da cultura proporcionara sementes de melhor qualidade, com reflexos positivos na massa e no teor de óleo das sementes (SOUZA, 2007 e HEMERLY, 1981). Lins et al. (1976) constataram correlações positivas e significativas entre a massa de sementes e o teor de óleo das cultivares de mamona Paraibana e Sipeal 1, indicando que quanto maior a massa da semente, maior será o teor de óleo.

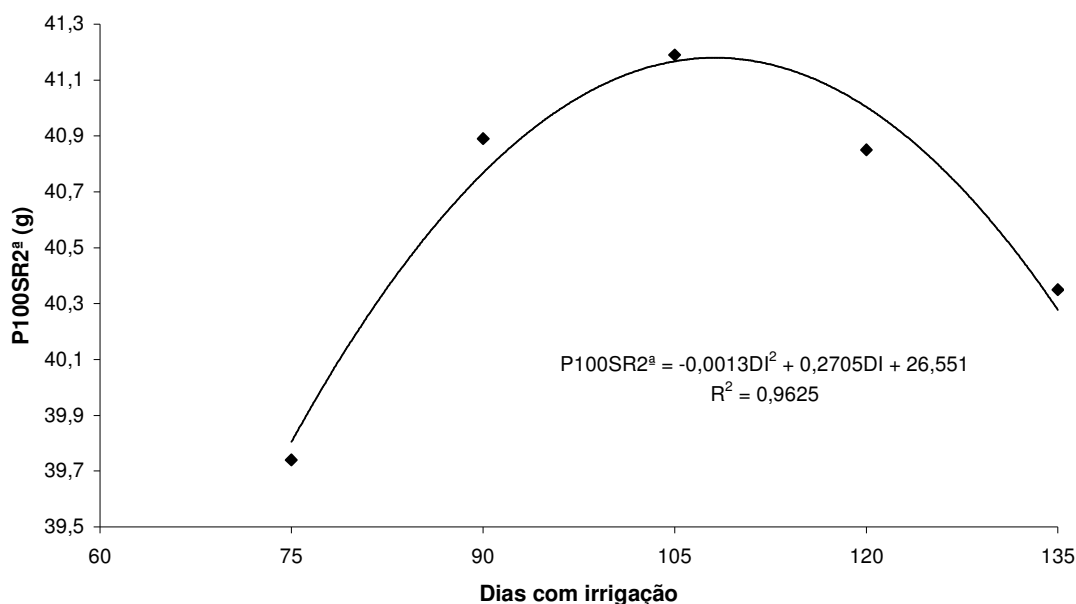


Figura 11 - Peso de 100 sementes dos racemos de 2ª ordem em função do número de dias com irrigação.

Segundo Souza (2007), a massa, o comprimento e o número de frutos por racemo diminuem com o atraso da semeadura quando a mamoneira é cultivada em regime de sequeiro devido a um menor número de dias com umidade favorável a

planta. O decréscimo de umidade no solo diminui o potencial de água na folha e sua condutância estomática, promovendo o fechamento dos estômatos. Esse fechamento bloqueia o fluxo de CO₂ para as folhas, afetando o acúmulo de fotoassimilados, o que reduz a produção de tecidos e, conseqüentemente, o tamanho da semente. Por outro lado a planta responde positivamente à maiores períodos de umidade no solo, mantendo taxas fotossintéticas elevadas, proporcionando uma maior produção de fotoassimilados, o que implica em sementes mais pesadas nos níveis mais elevados de irrigação (DOBASHI et al., 1998 e RIBEIRO FILHO, 1966).

Nas análises de variância apresentadas na Tabela 9, observa-se que o número de dias com irrigação não influenciam estatisticamente as produtividades dos racemos de 1ª e 3ª ordens. Porém a produtividade do racemo de 2ª ordem e a produtividade total, que é a soma das produtividades dos racemos de 1ª, 2ª e 3ª ordens, foram influenciadas estatisticamente ao nível de probabilidade de 5% pelo teste F.

TABELA 9 - Resumo da análise de variância para a produtividade dos racemos de 1ª, 2ª e 3ª ordens (PR1ª), (PR2ª) e (PR3ª), respectivamente, e produtividade total em função dos números de dias com irrigação, Fortaleza-CE, 2006.

F V	GL.	Q M			
		PR1ª	PR2ª	PR3ª	P Total
Tratamento	4	43601,0 ^{ns}	99098,8*	10749,69 ^{ns}	214151,7*
Bloco	3	66128,3 ^{ns}	6015,1 ^{ns}	12431,87 ^{ns}	72493,02 ^{ns}
Resíduo	12	37421,3	21668,7	7692,003	40278,91
Média (kg)		1.257,5	842,0	433,28	2.532,78
CV (%)		15,38	17,48	20,24	17,92

(*): significativo ao nível de 5% de probabilidade; (ns): não significativo.

A produtividade média da mamoneira foi de 2.532,78kg ha⁻¹, apresentando-se no intervalo da média desta cultivar, que é de 1.500 a 2.800kg ha⁻¹ (IAC, 2008). Semelhante ao comportamento do número de frutos e do peso de 100 sementes, verificou-se que a produtividade diminuiu ao longo do ciclo da cultura, onde o racemo de 1ª ordem contribuiu com 50% da produtividade total e os racemos

de 2ª e 3ª ordens contribuíram com 33 e 17%, respectivamente (Tabela 10 e Figura 12).

TABELA 10 - Médias da produtividade dos racemos de 1ª, 2ª e 3ª ordem (PR1ª), (PR2ª) e (PR3ª), respectivamente e produtividade total (kg ha⁻¹), em função dos números de dias com irrigação, Fortaleza-CE, 2006.

Dias com irrigação	PR1ª	PR2ª	PR3ª	P Total
T ₁ – 75	1125,92	726,45	423,18	2275,55
T ₂ – 90	1234,01	944,92	492,91	2671,83
T ₃ – 105	1240,81	1025,17	480,70	2746,68
T ₄ – 120	1416,55	873,05	393,19	2682,79
T ₅ – 135	1270,22	640,41	376,39	2287,03
Média	1257,50	842,00	433,28	2.532,78

Médias seguidas com letras distintas na mesma coluna, diferem entre si ao nível de probabilidade de 5% pelo teste Tukey.

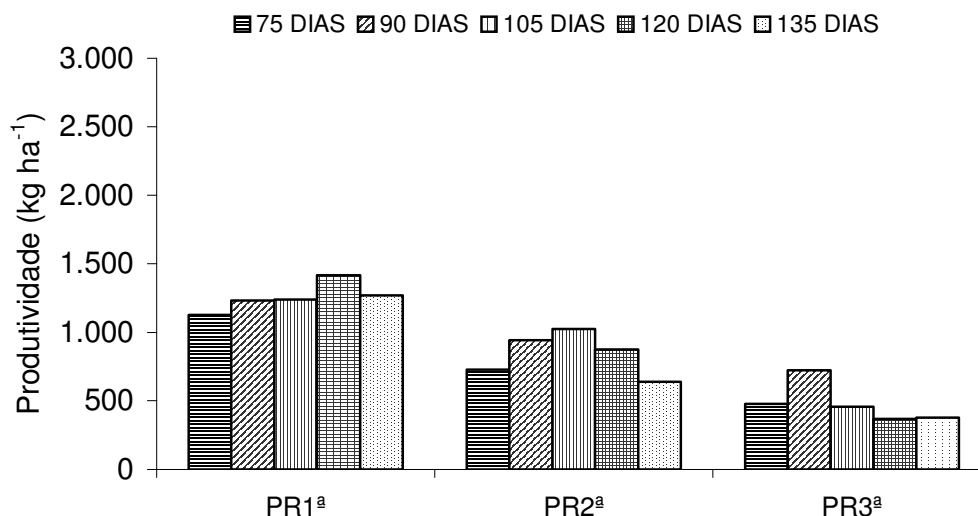


Figura 12 - Produtividades dos racemos de 1ª, 2ª e 3ª ordens (PR1ª), (PR2ª) e (PR3ª), respectivamente, e produtividade total da mamoneira IAC-Guarani em função do número de dias com irrigação, Fortaleza-CE, 2006.

As produtividades dos racemos de 2ª ordem e a produtividade total, em função dos dias com irrigação foram ajustadas a um modelo polinomial quadrático, com R² de 0,9879 e 0,9905, respectivamente. A partir das equações obtidas, estimou-se que a irrigação até 103 dias favoreceu a uma maior produtividade dos

racemos 2ª ordem e até 105 a uma maior produtividade total, com valores de 1.005,78 e 2.532,78kg ha⁻¹, respectivamente (Figuras 13 e 14).

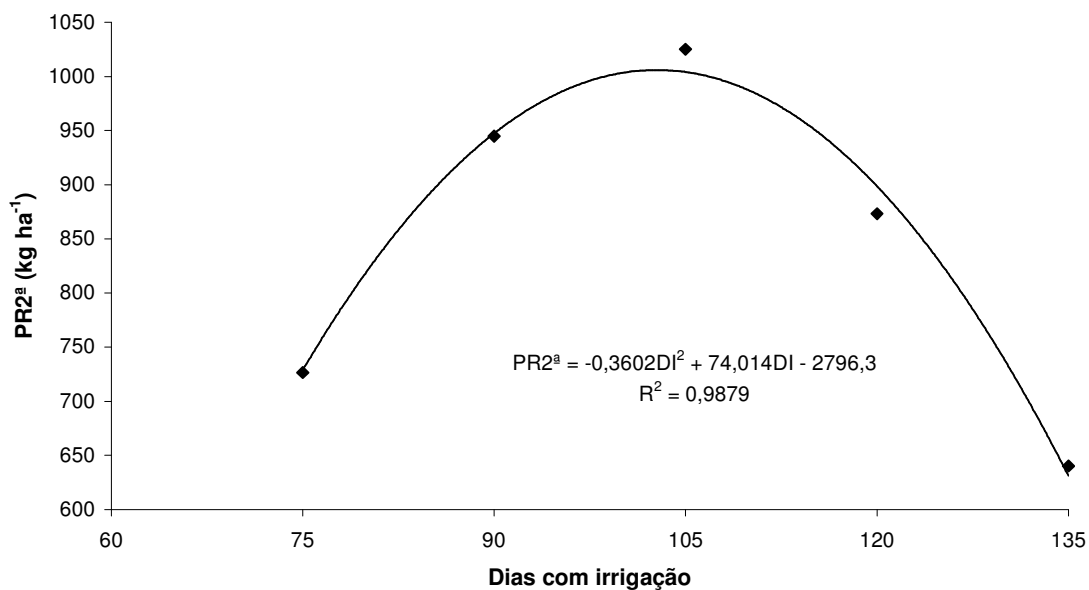


Figura-13: Produtividade dos racemos de 2º ordem em função do número de dias com irrigação, Fortaleza-CE, 2006.

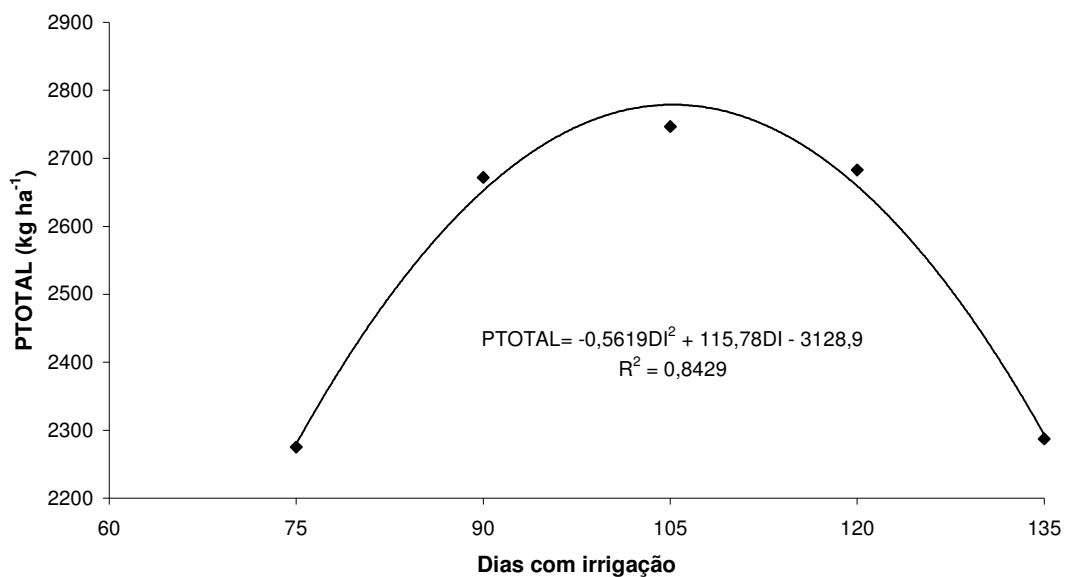


Figura-14: Produtividade total da mamoneira IAC-Guarani, em função do número de dias com irrigação, Fortaleza-CE, 2006.

A irrigação da mamoneira até 75 dias ocasionou menores peso de 100 sementes e produtividade, para os racemos de 1ª ordem. Isso pode ter ocorrido devido a menor disponibilidade de umidade no solo ao longo do ciclo da cultura, causando o abortamento de flores e menor peso das sementes. Comportamento similar também ocorreu com a produtividade dos racemos de 2ª e 3ª ordens quando se prolongou a irrigação até os 135 dias.

As baixas produtividades obtidas foram influenciadas pelos fatores produtivos, onde se verificou um decréscimo no número de frutos e no peso de 100 sementes por ordem dos racemos. Souza (2007) observou correlações no número de frutos por racemo, comprimento do racemo e produção de grãos por planta; comprimento do racemo e número de racemos por planta, e para número de racemos por planta e produção de grãos por planta ($R= 0,88^{**}$). Segundo o autor, os racemos secundários e terciários possuem maior teor de óleo e massa de sementes do que os racemos primários. Estes resultados foram contrários ao que ocorreu no experimento.

Observou-se neste trabalho que a aplicação de irrigação entre 103 e 105 dias proporcionou um aumento na produtividade da mamoneira, na qual a cultivar atingiu seu potencial máximo produtivo. A partir deste ponto, verificou-se uma queda na produtividade, indicando que a aplicação de água não causa incremento na produção. Resultados semelhantes foram obtidos por Oliveira et al. (1991), os quais verificaram que quando a suspensão da irrigação do algodoeiro ocorreu mais cedo, a produtividade foi superior, onde o que se esperava era que ao cessar a irrigação mais cedo apresentasse menores produtividades, o que em geral não aconteceu. A possível explicação para esse comportamento reside no fato de que, nos tratamentos com irrigações tardias, houve uma maior perda de energia por parte da planta em virtude do maior número de ordens, ou seja, pode ter havido maior gasto de energia para translocação de nutrientes para as ordens superiores. Com isso, houve uma queda no rendimento da cultura.

2.4. Conclusões

Os diferentes números de dias com irrigação influenciaram os fatores produtivos peso de 100 sementes, produtividade do racemo de 2º ordem e produtividade total da mamoneira.

A maior produtividade total ocorreu quando se irrigou até aos 105 dias após a germinação.

2.5. Referências Bibliográficas

ABOISSA óleos vegetais. **ABOISSA**, Disponível em: <<http://www.aboissa.com.br/mamona/index.htm>>. Acesso em: 23 de Outubro de 2005.

AMORIM NETO, M. da S.; ARAÚJO, E. de; BELTRÃO, N. E. de M. Clima e solo. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (eds. tec.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. cap. 5, p. 63-76.

ANDRADE, T. C. Q. DE; TORRES, E. A.; LEMOS, H. B.; MACHADO, G. B.; Viabilidade técnica e econômica para implantação de uma micro usina de extração de óleo de mamona. **BAHIA ANÁLISE & DADOS**, Salvador, v. 16, n. 1, p. 133-141, jun. 2006.

AHMED, M. F. M. Water stress effects on physiological processes and yield of soybeans. **Science Engineering**, v.45, p.1078-83, 1984.

BARKER, D.J.; SULLIVAN, C.Y.; MOSER, L.E. Water deficit effects on osmotic potential, cell wall elasticity, and proline in five forage grasses. **Crop Science**, v.85, n.2, p.270-275. 1993.

BELTRÃO, N. E. M. SOUZA, J. G. de; SANTOS, J. W. dos; JERÔNIMO, J. F.; COSTA, F. X. Fisiologia da mamoneira, cultivar BRS-149 Nordeste na fase inicial de crescimento, submetida a estresse hídrico. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande: Embrapa Algodão, v. 7, n. 1, p. 659-664. jan-abr. de 2003.

BELTRÃO, N. E. de M.; SOUZA, J. G. de; SANTOS J. W. dos Algumas alterações metabólicas ocorridas na mamoneira (BRS 149 Nordeste) devido ao estresse hídrico por deficiência e excesso no ambiente edáfico **Revista Brasileira de Oleaginosas e fibrosas**, Campina Grande, v.10, n.1/2, p.977-984, jan./ago, 2006.

BEZERRA, J. R. C.; LUZ, M. J. DA S. E; PEREIRA, J. R.; DIAS, J. M. Efeito da Antecipação da Última Irrigação no Rendimento do Algodoeiro Herbáceo. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 3 p. 2003 (EMBRAPA- CNPA Comunicado Técnico 179).

CASTEL, J. R.; BUJ, A. Response of Salustiana orange to high frequency deficit irrigation. *Irrigation Science*, v. 11, p. 121-127, 1990.

CHAVES, M.M. Effects of water deficits on carbon assimilation. **Journal of Experimental Botany**, v.42, n.234, p.1-16, 1991.

COSTA NETO, P. R.; ROSSI, L. F. S.; ZAGONEL, G.F.; RAMOS, L. P. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. **Química Nova**, vol. 23 (4), pp. 531-537, 2000.

DINIZ, M. C. M. M. Desenvolvimento e rebrota da cunhã (*Clitoria ternatea* L.) sob estresse hídrico, em associação com fungos micorrízicos- *Bradyrhizobium*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1999.

DOBASHI, A. M.; CARVALHO, J. A.; PEREIRA, G. M.; RODRIGUES, L. S. Avaliação do crescimento da boca de leão (*Antirrhinum majus*) submetido a diferentes níveis de deficiência hídrica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de caldas. **Anais...** Poços de caldas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998. v. 1, p. 100-102.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 306 p., 2006.

FERREIRA, M. S. L., CASTRO, C. R.; PRADO, F. M. V. Organização e capacitação de agricultores familiares na cadeia produtiva da mamona no semi-árido. CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracajú. Cenário Atual e Perspectiva - **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. CD-ROOM.

GINESTAR, C.; CASTEL, J. R. Responses of Young clementine citrus trees to water stress during different phenological periods. **Journal of Horticultural Science**, v. 71, n.4, p. 551-559, 1996.

HARGREAVES, G.H.; SAMANI, Z.A. Economic considerations of deficit irrigation. **Journal of Irrigation and Drainage Engineerin**. New York, v.110, 4. p.343-358, 1984.

HEMERLY, F. X. **Mamona**: Comportamento e tendências no Brasil. Brasília: Embrapa - Departamento de Informação e Documentação. 1981. 63p.

Instituto Agrônomo de Campinas – IAC. **Mamona**. Disponível em: http://www.iac.sp.gov.br/Centros/Graos_Fibras/Cultivares/Mamona.htm. Acesso em 28 de janeiro de 2008.

KANO, T.; UOZUMI, S.; MACEDO, M.C.M.et al. Avaliação de quatro espécies de *Brachiaria* submetidas ao estresse hídrico. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., Porto Alegre, 1999. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. p.79.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção Agrícola Municipal** Culturas agrícolas temporárias e permanentes v. 33, 2006. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: jun. 2006.

LINS, E. de C.; TAVORA, F. J. A. F.; ALVES, J. F. Efeito da ordem do racemo nas características de sementes de mamona (*Ricinus communis* L.). **Rev. Ciênc. Agron.**, Fortaleza, v. 6, n. 1/2, p. 91-98. 1976.

MELO F. DE B.; BELTRÃO N. E. DE M.; MILANI M.; RIBEIRO V. Q.; Comportamento produtivo de genótipos de mamoneira em baixas altitudes para produção de biodiesel. CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracajú. Cenário Atual e Perspectiva - **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. CD-ROOM.

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

MOSHKIN, V.A. Ecology. In: MOSHKIN, V.A. **Castor.** New Delhi: Amerind, p. 54-64, 1986.

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

NOBRE, J. G. A. **Respostas da mamona à irrigação e à aplicação de potássio em Argissolo Vermelho-Amarelo.** Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, Fortaleza Dissertação (Mestrado em Agronomia), 71f. 2007.

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

OLIVEIRA, F. A. de; CAMPOS, T. G. da S.; SANTOS, J. W. dos; MACIEL, M. J. Q. Efeito da suspensão da última irrigação no algodoeiro herbáceo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 26(3):383-390, mar., 1991.

RIBEIRO FILHO, J. **Cultura da mamoneira**. Viçosa, MG: UFV, 1966. 75p.

SANTOS, R. F. dos; KOURI, J. Panorama mundial do agronegócio da mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracajú. **Cenário Atual e Perspectiva - Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. CD-ROOM.

SOUTHWICK, S. M.; DAVENPORT, T. L. Modification of water stress-induced floral response in "Tahiti" lime. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 112, n.2, p. 231-236, 1987.

SOUZA, A. dos S.; Manejo cultural da mamoneira: época de plantio, irrigação, espaçamento e competição de cultivares. Tese (Doutorado em Agronomia – Área de Concentração Fitotecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 212p. 2007.

3. EFEITOS DE DOSES DE NITROGÊNIO, APLICADAS VIA FERTIRRIGAÇÃO, NA CULTURA DA MAMONEIRA

RESUMO DO CAPITULO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos de doses crescentes de nitrogênio, aplicadas via fertirrigação, na cultura da mamoneira (*Ricinus communis* L.). O experimento foi implantado em uma área experimental da Universidade Federal do Ceará, no município de Fortaleza (03°44'S, 38°33'W, 19,5 m). A semeadura foi feita em covas, a uma profundidade de 3 a 5cm, no espaçamento de 1,0 x 1,0 m. A adubação de fundação foi composta de micronutrientes (15 g de FTE BR-12) e de fósforo, na forma de MAP (1.740g). Os macronutrientes nitrogênio e potássio foram aplicados via fertirrigação, semanalmente. Durante o ciclo da cultura, as plantas foram irrigadas diariamente por gotejamento, onde as lâminas foram quantificadas a partir de 75% da evaporação medida no tanque classe "A" (ECA). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com cinco tratamentos: 0, 50, 100, 150, e 200% do nitrogênio recomendado na análise de solo, com quatro repetições. A aplicação de diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação, influenciaram os fatores produtivos peso de 100 sementes dos racemos de 2ª e 3ª ordens e as produtividades do racemo de 3ª ordem e total da mamoneira, cultivar IAC-Guarani. A dose de nitrogênio aplicada via fertirrigação de 131% da recomendada pela análise de solo foi a que proporcionou a maior produtividade total.

Palavras-chave: *Ricinus communis* L., produtividade, adubação nitrogenada

EFFECTS OF DOSES OF NITROGEN, APPLIED SAW FERTIRRIGAÇÃO, IN THE CULTURE OF CASTOR OIL PLANT

ABSTRACT CHAPTER

The objective of the present work was to evaluate the effects of growing doses of nitrogen, applied he/she saw fertirrigação, in the culture of castor oil plant (*Ricinus communis* L.). The experiment was implanted in an experimental área of the Federal University of Ceará, in the municipal district of Fortaleza (03°44'S, 38°33'W, 19,5 m). The sowing was made in holes, the a depth from 3 to 5cm, in the spacing of 1,0 x 1,0 m. The foundation manuring was composed of micronutrientes (15 g of FTE BR -12) and of match, in the form of MAP (1.740g). The macronutrientes nitrogen and potassium were applied saw fertirrigação, weekly. During the cycle of the culture, the plants were irrigated daily for leak, where the sheets were quantified starting from 75% of the (ECA) evaporation measured in the tank classe "A". The experimental delineamento was in blocks at random with five treatments: 0, 50, 100, 150, and 200% of the nitrogen recommended in the soil analysis, with four repetitions. The application of different doses of nitrogen through fertirrigação, they influenced the factors productive weight of 100 seeds of the racemos of 2nd and 3rd orders and the productivities of the racemo of 3rd order and total in the culture of castor oil plant, to cultivate IAC-Guarani. The applied dose of nitrogen saw fertirrigação of 131% of the it recommends for the it analyzes of soil was the one that provided the largest total productivity.

Key-words: *Ricinus communis* L., biodiesel, irrigated agriculture

3.1. Introdução

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é um arbusto de cujo fruto se extrai um óleo de excelentes propriedades, de largo uso como insumo industrial. Desde a antiguidade é conhecida por suas propriedades medicinais e como fonte de azeite para iluminação, entretanto, deixou no século XX, de ter na farmacopéia sua grande utilidade. Os grandes consumidores da atualidade são as indústrias químicas e de lubrificantes (CARTAXO et al., 2004).

A mamoneira é uma planta de morfologia e fisiologia complexas, de crescimento dicotômico, polimórfica, e de metabolismo fotossintético C3, ineficiente, com elevada taxa de fotorrespiração, apesar de se tratar de uma espécie que gosta de sol (heliófila) e que apresenta 12 estádios de desenvolvimento (MAZZANI, 1983; WEISS, 1983; MOSHKIN, 1986a; BELTRÃO et al., 2001). É um fitossistema de elevado nível de organização morfológico, com forte e penetrante sistema radicular, podendo atingir profundidades superiores a três metros (POPOVA e MOSHKIN, 1986a).

A grande importância da produção de mamona em larga escala é justificada pelo fato de que há um crescente interesse em estudos tendo por objetivo o desenvolvimento de tecnologias que possam utilizar fontes renováveis de energia, principalmente por aquelas que colaborem com a redução das emissões de dióxido de carbono (CO₂), em virtude do Tratado de Quioto, que impõe às maiores potências poluidoras do mundo adquirir créditos “verdes” de países como o Brasil. Tais créditos são incentivos ao desenvolvimento de programas ambientais e tecnológicos, gerando assim espaço a ser explorado pelos produtores de mamona, sendo o óleo obtido da extração, fonte para produção do biodiesel (AMARAL et al., 2004).

O uso do óleo da mamona como matéria-prima na produção de biodiesel exigirá demanda por melhores tecnologias de produção desta cultura no Nordeste (irrigação, adubação, colheita etc.), de modo a possibilitar a utilização de todo o seu potencial, pois em áreas cultivadas no semi-árido, as produtividades médias encontradas são inferiores aos 1.000kg ha⁻¹ de bagas. O semi-árido do Nordeste tem mais de 15 milhões de hectares aptos para o cultivo da mamoneira o que traria inúmeras vantagens, dada à possibilidade de se usar o biodiesel, puro ou misturado com diesel do petróleo, com geração de milhões de empregos e matéria-prima para

a indústria, melhor distribuição de renda regional e redução da poluição atmosférica (BELTRÃO et al., 2002). O Ceará foi responsável por cerca de 6% da produção de bagas da região no ano de 2005, valor correspondente a aproximadamente 4.393 t de bagas e a área total no estado em 2005 foi de cerca de 6.330 ha IBGE (2006).

Um dos principais fatores limitantes da produção agrícola na região Nordeste, especificamente no semi-árido, são a escassez e a irregularidade pluviométrica (LIMA et al., 1999). Assim, a utilização de práticas de irrigação é indispensável à sustentabilidade do setor primário, pois reduz os riscos do investimento agrícola, garantindo assim boas produtividades, sem que haja dependência das condições climáticas (BERNARDO, 1992), possibilitando à planta manter um contínuo fluxo de água e de nutrientes do solo para as folhas, o que favorecerá os processos de crescimento, floração e frutificação da planta e, conseqüentemente, aumentará a produtividade e a qualidade do fruto (COELHO et al., 2003).

Alguns trabalhos científicos encontrados na literatura analisaram como a planta da mamoneira se comporta sob condições irrigadas, e averiguaram uma correlação positiva na função nível de irrigação e produtividade (RODRIGUES et al., 2006; NOBRE 2007). Estudos realizados com a mamoneira cultivada em condições de sequeiro e em condições irrigadas mostraram que sob irrigação a produtividade chega a ser três vezes maior do que sob sequeiro (CARVALHO, 2005).

Segundo Weiss (1983), a mamoneira (*Ricinus communis* L.) é capaz de crescer em uma grande variedade de solos, com teores de nutrientes bastante variáveis; mas em solos de baixa fertilidade, sua produtividade é reduzida e a tolerância da mamoneira a seca é freqüentemente confundida com tolerância à baixa fertilidade. Neste contexto, Beltrão (2004) afirma que a tecnologia da irrigação, assim como a da fertirrigação na cultura da mamoneira, justifica-se caso o nível tecnológico empregado seja elevado o suficiente para que se possa tirar o máximo possível de produtividade, com elevado teor de óleo e de boa qualidade.

Assim como a irrigação, a adubação também é uma das principais tecnologias usadas para incrementar a produtividade e a rentabilidade de uma lavoura, embora apresente um custo significativo e possa aumentar o risco do investimento feito na lavoura. O uso de fertilizantes com a finalidade de corrigir deficiências, bem como manter o balanceamento de nutrientes presentes no solo deve ser ditado não apenas pela disponibilidade de elementos no solo e exigências

da cultura, mas também pelo nível tecnológico empregado e a rentabilidade da atividade (TÁVORA, 1982).

Dentre os elementos que influenciam o desenvolvimento das plantas, o nitrogênio é de vital importância e, embora seja o mais abundante na natureza, representando cerca de 78% da composição do ar atmosférico, é o elemento que mais limita a produção das culturas (NEVES, 1981). O nitrogênio faz parte da estrutura da planta, sendo componente de aminoácidos, proteínas, enzimas, RNA, DNA, ATP, clorofila dentre outras moléculas. Sua deficiência geralmente reduz o crescimento da planta, tornando-a amarelada pela perda da clorofila e provocando amadurecimento precoce, diminuição da produtividade e da qualidade dos frutos (SANTOS et al., 2004; MARSCHNER, 1995; MALAVOLTA, 1989). Juntamente com o potássio, o nitrogênio promove mudanças na expressão sexual da mamoneira, estando ligado diretamente à proporção entre comprimento das partes feminina e masculina do cacho, favorecendo o aumento de produtividade.

Na sua ausência, há o bloqueio da síntese de citocinina, hormônio responsável pelo crescimento das plantas, causando redução do seu tamanho e conseqüentemente redução da produção econômica das sementes (MENGEL e KIRKBY, 1982). O vegetal torna-se debilitado, fato que resulta no aumento de sua suscetibilidade aos patógenos, sejam estes pragas ou doenças (ZAMBOLIN e VENTURA, 1996).

A mamoneira é sensível à acidez do solo e exigente em fertilidade, sendo possível aumentar sua produtividade pelo adequado fornecimento de nutrientes por meio da adubação (SOUZA & NEPTUNE, 1976; WEISS, 1983). Essa planta exporta da área de cultivo cerca de 80kg ha⁻¹ de N, 18kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 32kg ha⁻¹ de K₂O, 13kg ha⁻¹ de CaO e 10kg ha⁻¹ de MgO para cada 2.000kg ha⁻¹ de baga produzida, no entanto, a quantidade de nutriente absorvida aos 133 dias da germinação chega a 156, 12, 206, 19 e 21kg ha⁻¹ de N, P₂O₅, K₂O, CaO e MgO, respectivamente (CANECCHIO FILHO e FREIRE, 1958 apud SEVERINO et al. 2005; NAKAGAWA e NEPTUNE, 1971 apud SEVERINO et al. 2005). Nota-se, portanto que a cultura tem elevado requerimento nutricional para obter uma produtividade adequada.

Silva et al. (2007) estimaram uma produtividade máxima da mamona em Campo Grande-MS de 1.811kg ha⁻¹ para uma dose máxima de 80kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura. Severino et al. (2006) também verificaram aumento de produtividade na mamona quando aplicaram adubação nitrogenada.

O conhecimento da quantidade de nutrientes acumulados na planta em cada estágio de crescimento fornece informações importantes que podem auxiliar no programa de adubação das culturas quando a fertirrigação é empregada (BURT et al., 1995).

A eficácia dos adubos depende de como são utilizados e aplicados (FRESCO, 2003). Aplicar o fertilizante no local correto é quase tão importante quanto usar a fórmula e a quantidade adequadas (MALAVOLTA, 1981). De acordo com Coelho (1999), a fertirrigação aumenta a eficiência de aplicação dos fertilizantes, reduz a mão-de-obra e o custo do sistema de irrigação. Além disso, permite flexibilizar a aplicação dos nutrientes, que pode ser fracionada conforme a necessidade da cultura nas suas diversas fases de desenvolvimento.

Em virtude da atual importância da ricinocultura e da futura expansão de sua demanda e tendo em vista a melhoria do seu sistema produtivo, o experimento teve como objetivo avaliar os efeitos de doses crescentes de nitrogênio, aplicadas via fertirrigação, na cultura da mamoneira.

3.2. Material e Métodos

O experimento foi instalado em uma área experimental da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza – CE (03°44' S; 38°33' W; 19,5 m de altitude), no período de maio a dezembro de 2006.

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

O solo da área foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 2006), de textura franco-argilo-arenosa. No início do experimento, foram determinadas as características químicas do solo da área experimental nas profundidades de 0 – 20 cm e 20 – 40 cm, cujas análises foram realizadas no Laboratório de Solos e Água do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará (Tabela 11).

TABELA 11 - Composição química nas profundidades de 0 – 20 cm e 20 – 40cm do solo da área experimental da Estação Climatológica da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2006.

Prof. (cm)	PH 1:0,25	Complexo sortivo (mmol _c dm ⁻³)								Mmol _c dm ⁻³	mg dm ⁻³	g kg ⁻¹
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	S	H ⁺ +Al ³⁺	T	V(%)	Al ³⁺	P	M.O.
0-20	6,5	17,0	7,0	1,0	1,0	26,0	6,6	33,0	79	0,0	20	6,7
20-40	5,5	12,0	8,0	1,0	0,7	22,0	9,9	32,0	69	1,5	13	6,3

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

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

desbaste, deixando-se apenas uma planta por cova. Durante o ciclo da cultura fizeram-se, sempre que necessários, os controles fitossanitários e de plantas daninhas.

No dia da semeadura, fez-se a adubação de fundação com micronutrientes (15 g de FTE BR-12) e fósforo, na forma de MAP. A adubação com nitrogênio e potássio foi realizada semanalmente, via fertirrigação, de acordo a fase da cultura e a partir da recomendação de adubação de solo, a qual sugeria 65-70-30kg ha⁻¹, para N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. O nitrogênio foi suprido na forma de uréia e MAP, o fósforo pelo MAP, todo na fundação, e o K₂O pelo cloreto de potássio branco.

Para avaliar o efeito das diferentes doses de nitrogênio no desenvolvimento da mamoneira, foi utilizado o delineamento experimental em blocos ao acaso, sendo composto por cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais. Os tratamentos foram compostos por doses de nitrogênio equivalentes a 0, 50, 100, 150 e 200% da recomendação da análise de solo para o nutriente nitrogênio. Cada parcela foi composta de 6 plantas, sendo 4 consideradas úteis e as 2 localizadas nas extremidades, de bordadura, com área de 6 m² (6,0 m x 1,0 m). A área total por experimento foi de 120 m², com área útil de 80 m². As adubações nitrogenadas foram aplicadas de acordo com o ciclo de desenvolvimento da cultura, ou seja, estabelecendo-se os períodos de maior e menor exigência de nitrogênio pela cultura conforme apresentado abaixo (Tabela 12).

TABELA 12 - Quantidades de nitrogênio, fósforo e potássio aplicadas, em g planta⁻¹, ao longo do ciclo da cultura da mamoneira IAC-Guarani, Fortaleza-CE, 2006.

Nutrientes	Semanas				Total
	1 ^a a 4 ^a	5 ^a A 9 ^a	10 ^a A 17 ^a	18 ^a A 23 ^a	
0%	0	0	0	0	0
50%	0,41	0,81	1,83	0,20	3,25
100%	0,81	1,63	3,66	0,41	6,50
150%	1,22	2,44	5,49	0,61	9,75
200%	1,61	3,26	7,32	0,81	13,00
P ₂ O ₅	7,00				7,00
K ₂ O	0,38	0,75	1,69	0,19	3,00

O sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento, composto por bomba submersa 0,75cv, tubulação em PVC 2", mangueira de 18mm com gotejador autocompensante, espaçados em 1,0 m, vazão de $3,8 \text{ l h}^{-1}$, com pressão de serviço de $1,0 \text{ kgf.cm}^{-2}$. A água foi bombeada de um poço profundo situado próximo à área de cultivo. A irrigação foi diária, estabelecendo-se uma lâmina aplicada de 75% da evaporação medida no tanque Classe "A" (ECA). O cabeçal de controle utilizado para as fertirrigações foi constituído de manômetro de glicerina, filtro de disco, registro de gaveta, e uma bomba injetora de fertilizante acoplado a um venturi (Figura 15).



Figura 15 Cabeçal de controle utilizado nas fertirrigações.

A colheita foi realizada em três etapas, isto é, à medida que os racemos de 1ª, 2ª e 3ª ordens amadureceram e secaram (Figura 16 e 17).

Foram avaliados os seguintes fatores vegetativos e produtivos da cultura: altura até o primeiro racemo, diâmetro a cinco centímetros do solo, número de nós até o 1º racemo, tamanho do 1º racemo, número de frutos por racemo, peso de 100 sementes, produtividade do racemo; (1ª, 2ª e 3ª ordens) e produtividade total. Os dados foram submetidos à análise de variância e posteriormente quando significativo pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade, foram feitas análises de regressão, buscando-se ajustar equações com significados biológicos. Para a realização destas análises, utilizou-se o software "SAEG 9.0 – UFV".



Figura 16 - Mamoneira lançando racemo de 1ª ordem



Figura17: (A) Racemos apresentando ponto de colheita; (B) Coleta dos racemos; (C) Contagem e amostragem dos parâmetros.

3.3. Resultados e Discussão

As quantidades de nitrogênio referentes a 0, 50, 100, 150 e 200% da recomendação da análise de solo foram de 0; 32,5; 65; 97,5 e 130kg ha⁻¹ de N, respectivamente, aplicados.

A análise de variância mostrou que apenas as variáveis peso de 100 sementes dos racemos de 2^a (P100SR2^a) e 3^a (P100SR3^a) ordens tiveram efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, quanto às doses de adubação nitrogenada aplicadas (Tabela 13). As variáveis vegetativas como altura até o primeiro racemo, diâmetro a cinco centímetros do solo, número de nós até o 1^o racemo, tamanho do 1^o racemo e número de frutos por racemo não sofreram influência das diferentes doses de nitrogênio aplicadas.

TABELA 13 - Resumo da análise de variância para o peso de 100 sementes dos racemos de 1^a, 2^a e 3^a ordens, em função das diferentes doses de nitrogênio aplicadas via fertirrigação.

F V	GL.	Q M		
		P100 (R1 ^a)	P100 (R2 ^a)	P100 (R3 ^a)
Tratamento	4	3,079 ^{ns}	0,459 [*]	0,519 [*]
Bloco	3	2,893 ^{ns}	0,0000238 ^{ns}	0,0000984 ^{ns}
Resíduo	12	4,079	0,000195	0,000126
Média (g)		41,39	39,66	37,90
CV (%)		4,88	4,35	5,30

P100SR1^a - peso de 100 sementes dos racemos de 1^a ordem / P100SR2^a - peso de 100 sementes dos racemos de 2^a ordem / P100SR3^a - peso de 100 sementes dos racemos de 3^a ordem / (*) = significativo ao nível de 5% de probabilidade / (ns) = não significativo.

É provável que a não diferenciação dos tratamentos nos fatores de 1^a ordem tenha acontecido devido ao manejo da adubação utilizado até os 45 DAG, no qual todas as plantas receberam fertirrigações semanais igualitárias para os macronutrientes (N, P e K). A prática de adubação padrão até os 45 DAG com o objetivo de uniformizar a cultura é comum, e também foi utilizada em experimentos realizados por SANTOS (2006) e SOUSA (2006).

Foram encontrados valores médios do peso de 100 sementes dos racemos de 1^a, 2^a e 3^a ordens de 41,38, 39,66 e 37,91g, respectivamente, em função de diferentes doses de nitrogênio aplicadas por fertirrigação, observando-se uma tendência de diminuição do peso em função das ordens dos racemos. Já Lins

et al. (1976) verificaram que o peso de 100 sementes aumentou em função das ordens dos racemos, observando que existe uma correlação positiva entre peso e teor de óleo das sementes de mamona. Severino et al. (2006) também verificaram que o teor de óleo e peso das sementes estão correlacionados (Tabela 14).

TABELA 14 - Médias do peso de 100 sementes obtidas para as doses crescentes de adubação nitrogenada aplicadas via fertirrigação na mamoneira, variedade IAC-Guarani.

TRATAMENTO		P100SR1 ^a	P100SR2 ^a	P100SR3 ^a
(%)	(kg ha ⁻¹ de N)	(g)	(g)	(g)
0	0,0	40,47	39,19	37,67
50	32,5	41,36	39,58	38,25
100	65,0	42,06	39,82	38,14
150	97,5	42,46	40,12	38,08
200	130,0	40,59	39,60	37,39
Média		41,38	39,66	37,91

P100SR1^a - peso de 100 sementes dos racemos de 1^a ordem / P100SR2^a - peso de 100 sementes dos racemos de 2^a ordem / P100SR3^a - peso de 100 sementes dos racemos de 3^a ordem.

A partir da análise de regressão verificou-se que o peso de 100 sementes dos racemos de 2^a e 3^a ordens em função das doses de nitrogênio se ajustaram a um modelo polinomial quadrático com R² de 0,873 e 0,942, respectivamente. Através do modelo estimou-se as doses máximas de nitrogênio que proporcionaram maior peso de 100 sementes dos racemos de 2^a e 3^a ordens, obtendo-se valores de 97,5 e 48,5kg ha⁻¹ de nitrogênio, os quais corresponderam aos pesos de 40,1 e 38,2 g para as respectivas doses (Figuras 18 e 19).

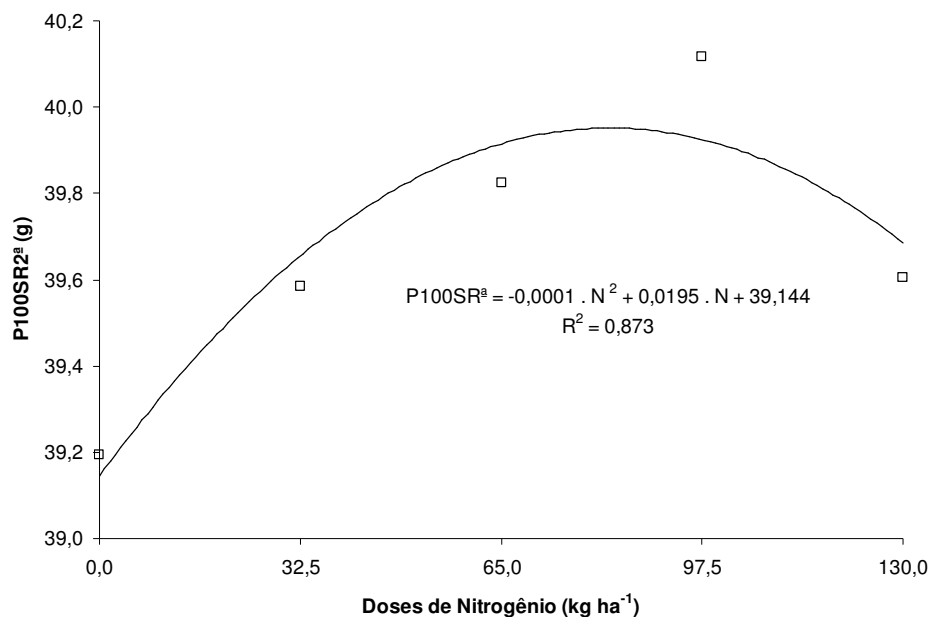


Figura-18: Peso de 100 sementes dos racemos de 2ª ordem (P100SR2ª) em função das doses de adubação nitrogenada aplicadas, Fortaleza-CE, 2006.

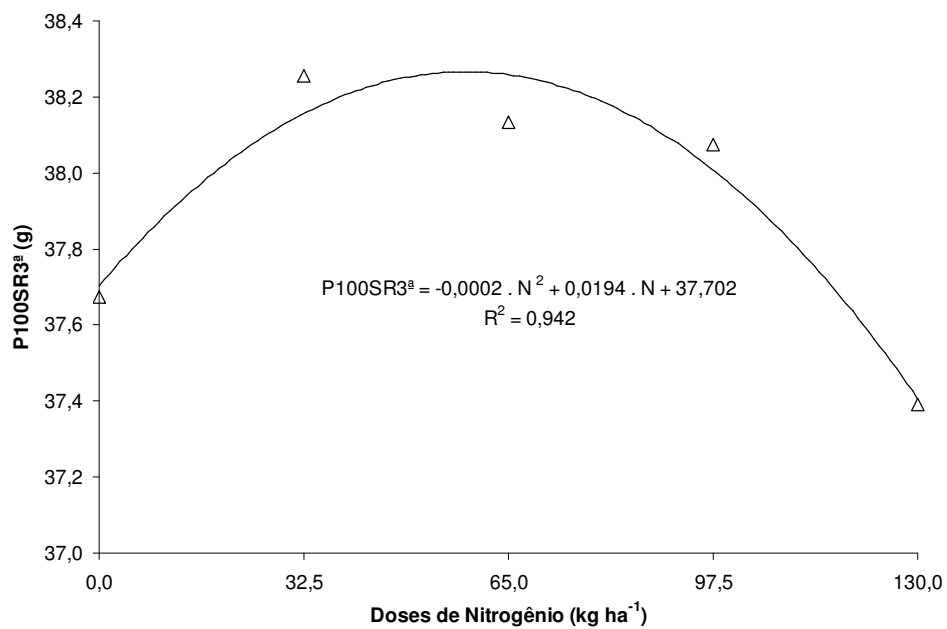


Figura-19: Peso de 100 sementes dos racemos de 3ª ordem (P100SR3ª) em função das doses de adubação nitrogenada aplicadas, Fortaleza-CE, 2006.

A análise de variância mostrou que apenas as produtividades do racemo de 3ª ordem e a produtividade total em função das doses de nitrogênio, tiveram efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, quanto às doses de adubação nitrogenada aplicadas (Tabela 15).

TABELA 15 - Resumo da análise de variância para a produtividade dos racemos de 1ª, 2ª e 3ª ordens e produtividade total, em função das diferentes doses de nitrogênio.

F V	GL.	Q M			
		PR1ª	PR2ª	PR3ª	P Total
Tratamento	4	49193,37 ^{ns}	3863557,0 ^{ns}	172219,1	443880,2
Bloco	3	12795,83 ^{ns}	4151646,0 ^{ns}	0,5105663 ^{ns}	0,56130 ^{ns}
Resíduo	12	23696,76	4146415,0	1,810	1,111
Média (kg)		1174,62	1085,85	1098,54	3359,01
CV (%)		13,10	13,22	12,03	13,10

PR1ª - produtividade dos racemos de 1ª ordem / PR2ª - produtividade dos racemos de 2ª ordem / PR3ª - produtividade dos racemos de 3ª ordem / PTOTAL - produtividade total (PR1ª + PR2ª + PR3ª) (*) = significativo ao nível de 5% de probabilidade / (ns) = não significativo.

Os valores médios encontrados para a produtividade dos racemos de 1ª, 2ª e 3ª ordens foram de 1.174,62, 1.085,85 e 1.098,55kg ha⁻¹, respectivamente. A produtividade média total foi de 3.359kg ha⁻¹, variando de 2.824,23 a 3.738,66kg ha⁻¹ para as doses de 0,0 e 97,5kg ha⁻¹ de N, respectivamente (Tabela 16), verificando-se que a adubação nitrogenada na mamoneira, favoreceu um incremento de produtividade de 914,43kg ha⁻¹.

TABELA 16 - Médias da produtividade por racemo e produtividade total obtidas para as doses crescentes de adubação nitrogenada aplicadas via fertirrigação na mamoneira, variedade IAC-Guarani.

TRATAMENTO		PR1ª	PR2ª	PR3ª	PTOTAL
(%)	(kg ha ⁻¹ de N)	(kg ha ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)	(kg ha ⁻¹)
0	0,0	1001,63	1010,66	811,90	2824,23
50	32,5	1166,42	1199,87	1013,95	3379,31
100	65,0	1293,16	1112,54	1066,89	3472,55
150	97,5	1245,86	1183,24	1309,63	3738,66
200	130,0	1166,02	922,97	1291,34	3380,29
Média		1174,6	1085,8	1098,55	3359,0

PR1ª - produtividade dos racemos de 1ª ordem / PR2ª - produtividade dos racemos de 2ª ordem / PR3ª - produtividade dos racemos de 3ª ordem / PTOTAL - produtividade total.

A partir da análise de regressão verificou-se também que a produtividade do racemo de 3ª ordem e a produtividade total em função das doses de nitrogênio se ajustaram a um modelo polinomial quadrático com R^2 de 0,941 e 0,928, respectivamente. Através deste modelo estimou-se a dose máxima de nitrogênio que proporcionou maior produtividade do racemo de 3ª ordem e produtividade total, obtendo-se as doses máximas de 130 e 85,2kg ha⁻¹, estas doses correspondem a 200 e 131% da adubação recomendada a partir da análise de solo. E proporcionaram produtividades de 1.313,9 e 3.640,9kg ha⁻¹ de N, respectivamente (Figuras 20 e 21).

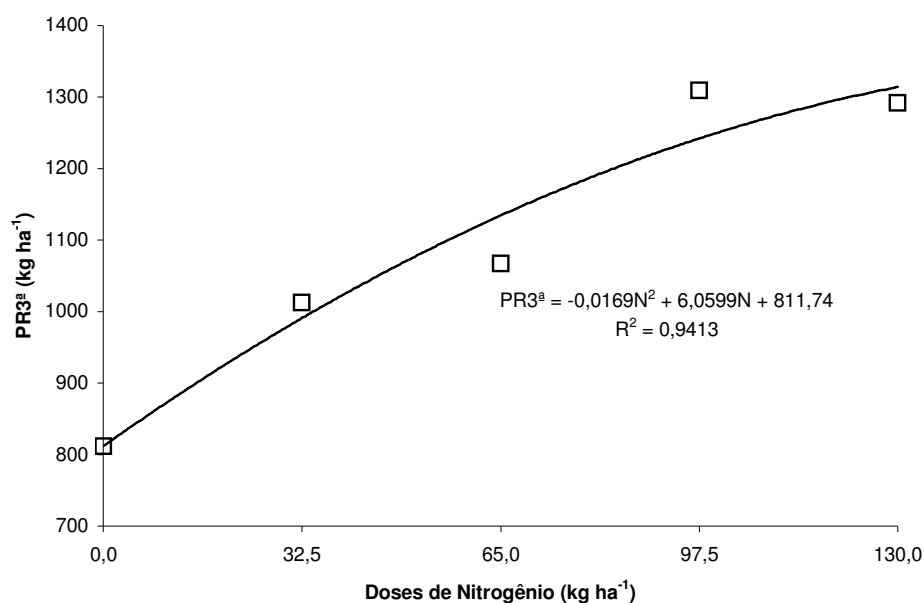


Figura-20: Produtividade dos racemos de 3ª ordem (PR3ª) em função das doses de adubação nitrogenada aplicadas, Fortaleza-CE, 2006.

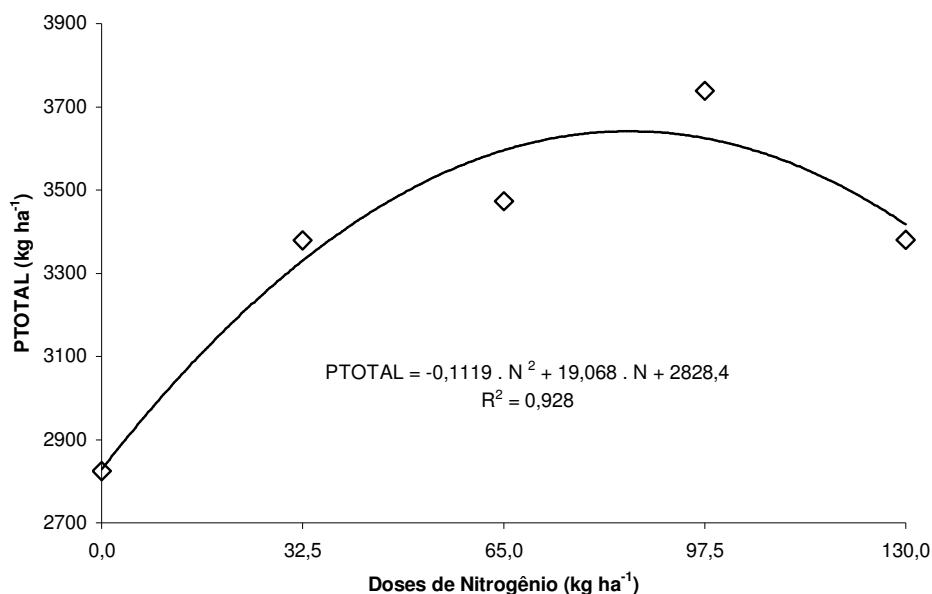


Figura-21: Produtividade total em função das doses de adubação nitrogenada aplicadas, Fortaleza-CE, 2006.

Menores valores do peso de 100 sementes e produtividade nas doses mais baixas de nitrogênio ocorrem porque sua ausência bloqueia a síntese de citocinina, hormônio responsável pelo crescimento das plantas, causando redução do seu tamanho e conseqüentemente redução da produção econômica das sementes (MENGEL e KIRKBY, 1982). Entretanto, se as doses forem excessivas poderá ocorrer crescimento excessivo, elevação da produção de biomassa e queda da produtividade.

Silva et al. (2007) estimou uma produtividade máxima da mamona em Campo Grande, MS, de 1.811kg ha⁻¹ para uma dose máxima de 80kg ha⁻¹ de N em cobertura. Já Ferreira et al. (2006) verificaram que a dose de nitrogênio que favoreceu o alcance do máximo de produtividade foi estimada em 72,6kg ha⁻¹, com uma produtividade máxima estimada de 732,5kg de frutos ha⁻¹. Essa produtividade é baixa para o potencial da cultura, porém foi obtida sob condições de sequeiro.

Severino et al. (2006), trabalhando com mamoneira em Quixeramobim – CE, verificaram que o aumento da disponibilidade de N e K favoreceu o aumento de produtividade, que foi significativamente influenciada pela adubação, aumentando de forma quadrática de 1.072 para 2.298kg ha⁻¹, especialmente com o fornecimento de adubo nitrogenado. Os autores observaram ainda que o nitrogênio influencia a

expressão sexual das partes feminina e masculina da planta e ainda no comprimento do cacho; conseqüentemente, a produtividade está diretamente ligada à proporção entre comprimento das partes feminina e masculina do cacho, sendo que essas características são influenciadas pela disponibilidade de nutrientes no solo.

Porém deve-se ressaltar que as plantas necessitam de uma adubação com macro-nutrientes de forma balanceada para que ela alcance o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo por igual. Severino et al. (2006) em experimento onde se utilizou apenas dois macronutrientes verificaram que quando se forneceu fertilização orgânica complementada apenas com P e K, não houve aumento de produtividade, mas quando se incluiu N na adubação mineral, o aumento de produtividade foi significativo, contribuindo para um incremento de 184,4kg ha⁻¹.

Os resultados obtidos legitimam a posição de Fresco (2003) e Malavolta (2006), ao afirmarem que uma adubação devidamente quantificada acarreta um aumento na produtividade das culturas, favorecendo os processos de crescimento, floração e frutificação.

Por outro lado, as elevadas produtividades obtidas comprovam a eficiência do uso da técnica da fertirrigação com a cultura da mamoneira, confirmando as afirmativas de Papadopoulos (2001) e Borges (2004).

2.4. Conclusões

A aplicação de diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação, influenciaram os fatores produtivos como: peso de 100 sementes dos racemos de 2^a e 3^a ordens e as produtividades do racemo de 3^a ordem e total da mamoneira da cultivar IAC-Guarani.

A dose de nitrogênio aplicada via fertirrigação de 130% (85,15kg ha⁻¹) foi a que proporcionou a maior produtividade total.

2.5. Referências Bibliográficas

AMARAL, J. A. B. do; SILVA M. T.; BELTRÃO, N. E. de M.; MEDEIROS, A. M. T. de; GUIMARÃES, C. L. **Zoneamento de Risco Climático para a Mamona no Estado do Ceará. Safra 2004/2005.** 2004. Disponível em: <<http://www.cnpa.embrapa.br/publicacoes/2004/COMTEC223.pdf>>. Acesso em: 03 out. 2007.

BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, L. C.; VASCONCELOS, O. L.; AZEVEDO, D. M. P.; VIEIRA, D. J. Fitologia. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (eds. tec.). **O agronegócio da mamona no Brasil.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. cap. 2, p. 37-61.

BERNARDO, S. Desenvolvimento e perspectiva da irrigação no Brasil. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 1, n. 14, p. 1-14, 1992.

BELTRÃO, N. E. de M. **Sistema de Produção de Mamona em Condições Irrigadas: Considerações Gerais.** Campina Grande-PB: Embrapa Algodão, Documentos, 132, p. 14, 2004.

BELTRÃO, N. E. M.; SILVA, L. C.; MELO, E. B. **Mamona consorciada com feijão visando produção de biodiesel, emprego e renda.** SEAGRI – BA, 2002. Disponível em: <http://www.seagri.ba.gov.br/pdf/v5n2_Mamona.pdf>. Acesso em: 29 ago 2007.

BORGES, A. L. **Recomendação de adubação para o maracujazeiro.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004, 4 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Circular Técnica, 107).

BURT, C.O.; CONNOR, L.; RUEHR, T. **Fertigation.** San Luis Obispo: California Polytechnic State University, 1995. 42 p.

CARTAXO, W. V.; BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, O. R. R. F. da; SEVERINO, L. S.; SUASSUNA, N. D.; SOARES, J. J. O cultivo da mamoneira no semi-árido brasileiro. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. (**Circular Técnica, 77**).

CARVALHO, B. C. L. **Manual do cultivo da mamona**. Salvador: EBDA, 2005. 65 p. il.

COELHO, E.F. Irrigação. In: LIMA, A.A. (Coord) **O cultivo do maracujá**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1999. p. 48-54 (Circular Técnica, 35).

COELHO, E. F.; SILVA, J. G. F. da; ALVES, A. A. C.; CRUZ, J. L. **Irrigação do mamoeiro**. Cruz das Almas: Embrapa mandioca e fruticultura, jul. 2003. 8p. (Embrapa-CNPMPF. Série Circular Técnica, 54).

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Mamona – Produção**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/sureg/ce/mamona.xls>>. Acesso em 07 nov. 2007.

FERREIRA, G. B.; SANTOS, A. C M.; XAVIER, R. M.; FERREIRA, M. M. M.; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. de M.; DANTAS, J. P.; MORAES, C. R. A. Deficiência de fósforo e potássio na mamona (*Ricinus communis* L.): descrição e efeito sobre o crescimento e a produção da cultura. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1.**, 2004, Campina Grande. Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004a. CDROM.

FERREIRA, M. M. M.; FERREIRA, G. B.; SANTOS, A. C. M.; XAVIER, R. M.; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. de M; DANTAS, J. P.; MORAES, C. R. A. Deficiência de enxofre e micronutrientes na mamona (*Ricinus communis* L.): descrição e efeito sobre o crescimento e a produção da cultura. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1.**, 2004, Campina Grande. Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004b. CDROM.

FERREIRA, G. B.; VASCONCELOS O. L.; PEDROSA, M. B.; ALENCAR, A. R.; FERREIRA, A. F.; FERNANDES, A. L. P. Resposta da mamoneira híbrida savana a doses de nitrogênio e fósforo, em cambissolo do sudoeste da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracajú. **Cenário Atual e Perspectiva - Anais...**Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. CD-ROOM.

FRESCO, L. O. **Los fertilizantes y el futuro.** 2003. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/esp/revista/0306sp1.htm>> Acesso em: 16 jun. 2003.

IBGE. **Produção agrícola municipal.** SIDRA – Banco de Dados Agregados. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo2.asp>>. Acesso em 05 nov. 2007.

LIMA, G. P. B.; AGUIAR, J. V. de; COSTA, R. N. T.; PAZ, V. P. S. Rendimento de cultivares do caupi (*Vigna unguiculata* L Walp) submetidas a diferentes lâminas de irrigação. **Irriga**, Botucatu, v.4, n.3, p.205-212, 1999.

LINS, E. de C.; TÁVORA, F. J. A. F.; ALVES, J. F.; Efeito da ordem do racemo nas características de sementes de mamona(*Ricinus communis* L.) **Ciência Agrônômica.** Fortaleza: v.6 (1-2), p.91-98, 1976

MALAVOLTA E. **Manual de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Agrônômica Ceres, 2006. 638p.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola: adubos e adubação**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 607 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: **Potafos**, 1989. 201p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. London: Academic Press, 1995. 889p.

MAZZANI, B. Euforbiáceas oleaginosas: tártago. In: MAZZANI, B. **Cultivo y mejoramiento de plantas oleaginosas**. Caracas,Venezuela: Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 1983. p. 277-360.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 3 ed. Bern: International Potash Institute,1982. p.295-318.

MOSHKIN, V.A. Ecology. In: MOSHKIN, V.A. (ed.). **Castor**. NewDelhi: Amerind. 1986a. p. 54- 64.

NEVES, M.C.P. Interdependência fisiológica entre os componentes do sistema simbiótico Rhizobium Leguminosas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.5,p.79-92. 1981.

NOBRE, J. G. A. **Respostas da mamona à irrigação e à aplicação de potássio em Argissolo Vermelho-Amarelo**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE, 71 p., 2007.

PAPADOPOULOS, I. **Processo de transição da fertilização tradicional para a fertirrigação**. In: FOLEGATTI, M. V.(Coord.). Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças. Guaíba: Agropecuária, 2001. V. 2, cap. 1, p. 9-69.

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

RODRIGUES, L. N.; NERY, A. R.; FERNANDES, P. D.; BELTRÃO, N. E. de M. Mamoneira irrigada com efluente de esgoto doméstico sob diferentes níveis de reposição da evapotranspiração. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracajú. **Cenário Atual e Perspectiva - Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. CD-ROOM.

SANTOS, A. C. M.; FERREIRA, G. B.; XAVIER, R. M.; FERREIRA, M. M. M.; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. de M.; DANTAS, J. P.; MORAES, C. R. A. Deficiência de nitrogênio na mamona (*Ricinus communis*): descrição do efeito sobre o crescimento e a produção da cultura. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1.**, 2004, Campina Grande. Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. CD.

SANTOS, F. S. S. dos. Diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrato de potássio, aplicadas via fertirrigação, sobre a cultura do mamão formosa. **Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem)** – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-Ce. 2006. 65f.

SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; MORAES, C.R.A.; GONDIM, T. M. de S.; FREIRE, W. S. de A.; CASTRO, D. A.; CARDOSO, G. D.; BELTRÃO, N. E. de M. **Adubação Química da Mamoneira com Macro e Micronutrientes em Quixeramobim, Ce.** 1.ed. Campina Grande: EMBRAPA, 2005. 6p. (EMBRAPA - Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 61).

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

SILVA, T. R. B. da; LEITE, V. E.; SILVA, A. R. B. da; VIANA, L. H. **Adubação nitrogenada em cobertura na cultura da mamoneira em plantio direto**. Notas Científicas. Disponível em: <<http://webnotes.sct.embrapa.br/pdf/pab2007/09/42n09a18.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2007.

SOUSA, A. E. C. **Níveis de água e adubação potássica no meloeiro**. 2006. 62p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-Ce.

SOUZA, E. A.; NEPTUNE, A. M. L. **Resposta da cultura de *Ricinus communis* L. à adubação e calagem**. Científica, v.4, p.274-281, 1976.

SOUZA, E. A.; NEPTUNE, A. M. L. **Resposta da cultura de *Ricinus communis* L. à adubação e calagem**. Científica, v.4, p.274-281, 1976.

TÁVORA, F. J. A. F. **A cultura da mamoneira**. Fortaleza: EPACE, 1982. 111p.

WEISS, E. A. **Oil seed crops**. London: Longman, 1983. 660p.

ZAMBOLIN, L.; VENTURA, J. A. Resistência a doenças induzidas pela nutrição mineral das plantas. **Informações Agronômicas POTAFOS**, Piracicaba, n. 75, p. 1 – 16, 1996.