

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ – UFC**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO**  
**PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**  
**SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS**

**ADUBAÇÃO DA MAMONEIRA COM NPK IRRIGADA COM**  
**ÁGUA DE ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO E ÁGUA DE POÇO**

***DIÊGO SILVA BORGES***

**FEVEREIRO - 2011**  
**FORTALEZA - CEARÁ**  
**BRASIL**

**ADUBAÇÃO DA MAMONEIRA COM NPK IRRIGADA COM  
ÁGUA DE ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO E ÁGUA DE POÇO**

**DIÊGO SILVA BORGES**

**FEVEREIRO - 2011  
FORTALEZA - CEARÁ  
BRASIL**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

- 
- B781a      Borges, Diêgo Silva.  
              Adubação da mamoneira com NPK irrigada com água de esgoto doméstico tratado e água de poço. / Diêgo Silva Borges. – 2011.  
              68 f. : il. color., enc. ; 30 cm.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Ciências do Solo, Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas, Fortaleza, 2011.  
              Área de Concentração: Solos e Nutrição de Plantas  
              Orientação: Prof. Ph.D. Boanerges Freire de Aquino.
1. Mamona - Cultivo. 2. Águas residuais - Reaproveitamento. 3. Plantas - Efeito do nitrogênio.
- I. Título.

CDD 631.4

---

**ADUBAÇÃO DA MAMONEIRA COM NPK IRRIGADA COM  
ÁGUA DE ESGOTO DOMÉSTICO TRATADO E ÁGUA DE POÇO**

**DIÊGO SILVA BORGES**

Esta dissertação foi submetida como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Agronomia. Área de Concentração em Solos e Nutrição de Plantas, outorgado pela Universidade Federal do Ceará.

**FEVEREIRO - 2011  
FORTALEZA - CEARÁ  
BRASIL**

Esta dissertação foi submetida como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Agronomia, Área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas, outorgado pela Universidade Federal do Ceará.

---

Diêgo Silva Borges  
Mestrando

---

Prof. Ph.D. Boanerges Freire de Aquino  
Orientador

---

Prof. Dr. Ismail Soares  
Examinador

---

Prof. Dr. Suetônio Bastos Mota  
Examinador

*AOS MEUS PAIS ANTONIO BATISTA E MARA JULIA  
PELO EXEMPLO DE DIGNIDADE, SABEDORIA E FÉ*

*DEDICO*

*A MINHA ESPOSA LIUBLIANA  
E  
MINHA IRMÃ MARINA*

*pelo Amor, Carinho, Confiança e Paciência*

*OFEREÇO*

## **AGRADECIMENTOS**

A **DEUS** por dar sentido a tudo que existe e se fazer presente a todo momento.

Ao Professor Boanerges Freire de Aquino, pela orientação, ensinamentos, amizade e conduta exemplar.

Ao Professor Ismail Soarez, pelos conhecimentos, compreensão, atenção e amizade.

Ao Professor Suetônio Bastos Mota, pela disponibilidade, paciência e confiança.

Ao Professor Raimundo Nonato de Assis Junior, pelos ensinamentos e filosofias.

Ao Professor Paulo Furtado Mendes Filho, pelos ensinamentos e bom humor.

Ao Professor Fernando Felipe Ferreyra Hernandez, pelos ensinamentos e apoio.

Ao Professor Tiago Osório Ferreira, pelos ensinamentos e cordialidade.

A Fundação ASTEF, pelo apoio financeiro e logístico.

Ao De Assis, pela ajuda com a execução do experimento.

Aos Amigos Gustavo Henrique e Robson pelo companheirismo.

Aos colegas de sala de aula, pela convivência saudável.

E a todos que tiveram participação para que essa conquista fosse possível.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE TABELAS.....	iii
LISTA DE QUADROS.....	iv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
<b>2.1 A cultura da mamona.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Descrição botânica.....</b>	<b>4</b>
<b>2.3 Cultivares.....</b>	<b>6</b>
<b>2.4 Uso e importância econômica.....</b>	<b>7</b>
<b>2.5 Ecofisiologia.....</b>	<b>9</b>
<b>2.6 Clima e solo.....</b>	<b>10</b>
<b>2.7 Adubação e correção do solo.....</b>	<b>11</b>
<b>2.8 Reúso de águas.....</b>	<b>13</b>
<b>2.9 Esgoto doméstico.....</b>	<b>14</b>
<b>2.10 Esgoto doméstico tratado na irrigação de culturas.....</b>	<b>14</b>
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
<b>3.1 Localização e área.....</b>	<b>16</b>
<b>3.2 Cultura.....</b>	<b>17</b>
<b>3.3 Delineamento experimental e tratamentos.....</b>	<b>17</b>
<b>3.4 Condução do experimento.....</b>	<b>18</b>
<b>3.5 Componentes estudados.....</b>	<b>20</b>
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
<b>4.1 Diâmetro caulinar.....</b>	<b>21</b>
<b>4.2 Número de racemos.....</b>	<b>22</b>
<b>4.3 Frutos por racemo.....</b>	<b>26</b>
<b>4.4 Grãos por planta.....</b>	<b>29</b>
<b>4.5 Peso de 100 sementes.....</b>	<b>32</b>
5. CONCLUSÕES.....	41
6. REFERÊNCIAS.....	42
ANEXO	



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Componentes da mamoneira .....	5
Figura 2. Prudução mundial de mamona entre 1968 e 2008 .....	8
Figura 3. Comparativa de Área, Produtividade e Produção – Safra 09/10 – 10/11 .....	8
Figura 4. Área experimental, Aquiraz - CE .....	16
Figura 5. Mamona BRS 149 nordestina.....	17
Figura 6. Coleta de amostra do solo .....	18
Figura 7. Abertura das covas .....	19
Figura 9. Germinação da mamoneira.....	20
Figura 10. Microaspersor.....	23
Figura 11. Número de racemos da mamona BRS 149 nordestina, em função das doses de N e do tipo de água de irrigação. ....	24
Figura 12. Número de racemos da mamona BRS 149 nordestina, em função das doses de $P_2O_5$ e do tipo de água de irrigação.....	25
Figura 13. Número de racemos da mamona BRS 149 nordestina em função das doses de $K_2O$ e do tipo de água de irrigação. ....	25
Figura 14. Número de frutos por racemo da mamona BRS 149 nordestina em função das doses de N e águas de irrigação.....	28
Figura 15. Número de frutos por racemo da mamona BRS 149 nordestina em função das doses de $P_2O_5$ e águas de irrigação.....	28
Figura 16. Número de frutos por racemo da mamona BRS 149 nordestina em função das doses de $K_2O$ e águas de irrigação. ....	29
Figura 17. Produção de grãos por planta da mamona BRS 149 nordestina em função das doses de N e águas de irrigação.....	31
Figura 18. Produção de grãos por planta da mamona BRS 149 nordestina em função das doses de $P_2O_5$ e águas de irrigação.....	31
Figura 19. Produção de grãos por planta da mamona BRS 149 nordestina em função das doses de $K_2O$ e águas de irrigação .....	32
Figura 20. Peso de 100 sementes da mamona BRS 149 nordestina em função das doses de N e águas de irrigação .....	34
Figura 21. Peso de 100 sementes da mamona BRS 149 nordestina em função das doses de $P_2O_5$ e águas de irrigação .....	35

Figura 22. Peso de 100 sementes da mamona BRS 149 nordestina em função das doses de $K_2O$ e águas de irrigação.....	35
Figura 23. Produtividade de sementes da mamona BRS 149 nordestina em função das doses de N e águas de irrigação .....	38
Figura 24. Produtividade de sementes da mamona BRS 149 nordestina em função das doses de $P_2O_5$ e águas de irrigação .....	38
Figura 25. Produtividade de sementes da mamona BRS 149 nordestina em função das doses de $K_2O$ e águas de irrigação.....	39

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Distribuição dos tratamentos e doses de NPK .....	18
Tabela 2. Médias dos diferentes tratamentos para o diâmetro caulinar .....	22
Tabela 3. Médias dos diferentes tratamentos para o número de racemos por planta .	23
Tabela 4. Médias dos diferentes tratamentos para o número de frutos por racemo ...	27
Tabela 5. Médias dos diferentes tratamentos para a produção de grãos por planta....	30
Tabela 6. Médias dos diferentes tratamentos para o peso de 100 sementes .....	33
Tabela 7. Médias dos diferentes tratamentos para produtividade de sementes .....	37

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Análise de variância para diâmetro caulinar.....	21
Quadro 2. Análise de variância para o número de racemos por planta .....	23
Quadro 3. Análise de variância para frutos por racemo .....	26
Quadro 4. Análise de variância para produção de grãos por planta .....	30
Quadro 5. Análise de variância para peso de 100 sementes .....	33
Quadro 6. Análise de variância para produtividade de sementes .....	36
Quadro 7. Valores de N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> e K <sub>2</sub> O dentro dos tipos de água de irrigação.....	40

## RESUMO

O experimento com a cultura da mamoneira (*Ricinus communis L.*) cultivar BRS 149 Nordestina, foi implantado e conduzido em condições de campo na estação experimental da CAGECE/PROSAB/CT-UFC, no município de Aquiraz – CE, com o objetivo de avaliar o efeito das interações da adubação com NPK e as diferentes fontes de água de irrigação sobre os componentes do rendimento e da produtividade da cultura. O delineamento experimental utilizado foi o de parcelas subdivididas, com duas parcelas, sendo uma irrigada com água de poço (AP), e a outra com água proveniente de esgoto doméstico tratado (EDT), ambas com treze tratamentos incluindo uma testemunha absoluta. Para determinação dos componentes do rendimento e da produtividade foram avaliados diâmetro caulinar, o número de cachos por planta, o número de sementes por cacho e peso de cem sementes de 6 plantas de cada unidade experimental. A irrigação com água de poço no tratamento com a adubação 50N-60P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-50K<sub>2</sub>O kg ha<sup>-1</sup>, obteve as maiores médias para a grande maioria dos componentes avaliados, conseguindo produtividade de 1908,6 kg ha<sup>-1</sup> de sementes.

**Palavras-chave:** mamona BRS nordestina, reuso de água, adubação NPK

## ABSTRACT

The experiment with the cultivation of castor bean (*Ricinus communis* L.) cultivar BRS 149 Northeast, was established and conducted under field conditions at the experimental station CAGECE / PROSAB / CT-CFU in the municipality of Aquiraz - CE, with the aim of evaluating the effect of interactions of NPK on yield components and yield. The experiment was a split plot with two plots, one irrigated with well water (AP) and the other with water from treated sewage (EDT), both with thirteen treatments including a control treatment. For the determination of yield components and yield were observed stem diameter, number of bunches per plant, seed number per bunch and weight of hundred seeds of six plants experimental treatment. Irrigation with well water treatment with the fertilizer-50N-60P2O5 50K2O kg ha<sup>-1</sup> had the highest average for most of the variables, achieving productivity of 1908.6 kg ha<sup>-1</sup> seed.

**Keyword:** castor bean cultivar BRS nordestina, treated domestic sewage, NPK fertilization

## 1. INTRODUÇÃO

O cultivo da mamona tem uma longa trajetória histórica no Brasil e nas décadas de 1960 e 1970 teve a sua maior importância, quando a área cultivada chegou a 600 mil hectares. Segundo dados da CONAB referentes a safra 2010/2011 a área cultivada com mamona no país é estimada em 195 mil hectares.

O principal produto extraído da mamona é o óleo de rícino ou *castor oil* como é conhecido na língua inglesa. Esse óleo é uma importante matéria prima, sendo utilizado na composição de diversos produtos pela indústria química como tintas, vernizes, cosméticos plásticos e lubrificantes. A possibilidade de empregar o óleo da mamona, em virtude das suas características físico-químicas, na fabricação de um combustível renovável a ser adicionado ao combustível fóssil, é uma grande oportunidade para o desenvolvimento da agricultura nas regiões do Brasil, em especial no semi-árido nordestino, onde a cultura da mamona tem se revelado uma importante alternativa para geração de emprego e renda.

Com a necessidade mundial em reduzir impactos ambientais, os investimentos destinados à produção de energia, objetivando pesquisar fontes alternativas e renováveis de combustíveis em substituição aos derivados do petróleo, têm se intensificado em todas as regiões do planeta. O biocombustível, como uma fonte energética menos impactante na emissão de gás carbônico lançado na atmosfera, tem despertado um grande interesse por parte de governos, empresários, bem como da comunidade científica.

O Brasil possui um Programa Nacional de Produção e uso do Biodiesel (PNPB), o qual é um programa interministerial do Governo Federal que objetiva a implementação de forma sustentável, tanto técnica como econômica, da produção e do uso do biodiesel, com enfoque na inclusão social e no desenvolvimento regional, via geração de emprego e renda. O programa prevê, entre outras vantagens, a redução de tributos federais sobre a produção de biodiesel, desde que as empresas produtoras incluam, em seus projetos, a agricultura familiar, obtendo assim, o Selo Combustível Social, um instrumento de incentivo ao setor produtivo e que tem contribuído para o desenvolvimento do programa. O resultado, após esses anos, é que, praticamente inexitem no mercado projetos que não tenham a participação dos agricultores familiares.

A cultura da mamona é uma grande opção para o sistema de produção com base na agricultura familiar. Sua adaptabilidade às condições edafoclimáticas e a facilidade nas praticas de cultivo, aliados a capacidade de seu potencial produtivo, proporcionam aos agricultores uma nova perspectiva econômica e social no cenário agrícola nacional. Há alguns anos o Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Algodão) em Campina Grande – PB desenvolve trabalhos de pesquisa sobre a cultura da mamona, em especial as espécies mais adaptadas às condições edafoclimáticas da região nordeste. Na década de 90 a Embrapa/EBDA lançou no mercado uma cultivar característica para a realidade do semi-árido nordestino, a brs 149 nordestina, que nos dias atuais é encontrada com grande expressividade nas lavouras dessa região. Estudos que possam melhor expressar as potencialidades dessa planta estão sendo desenvolvidos por instituições de ensino e pesquisa no país com objetivo de fortalecer o cultivo dessa importante oleaginosa.

A utilização de água proveniente de esgoto doméstico tratado é uma importante alternativa para o suprimento das necessidades hídricas e nutricionais das culturas. O semi-árido brasileiro é caracterizado por precipitações irregulares e elevada evapotranspiração, fatores esses, limitantes para inúmeras atividades, incluindo a agricultura irrigada. Essa água, quando tratada e reutilizada corretamente, apresenta benefícios para o sistema solo-planta, fornecendo nutrientes, reduzindo a aplicação de fertilizantes e diminuindo os impactos ao ambiente.



No presente estudo, conduzido em condições de campo em um Argissolo Acinzentado eutrófico, no município de Aquiraz – CE, foram observadas e discutidas as repostas da cultivar brs 149 nordestina a diferentes doses de NPK, irrigada com fontes de água distintas: água de poço e esgoto doméstico tratado oriundo da estação de tratamento (efluente) da Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE. A presente pesquisa objetivou especificamente:

- Estudar as repostas da mamona (*Ricinus communis L.*) às diferentes doses de NPK;
- Comparar os efeitos dos diferentes tipos de água de irrigação sobre a produção e outras características da planta, considerando a interação com a adubação.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 A cultura da mamona

A mamoneira, conhecida no Brasil como "carrapateira", "rícino" ou "palma cristi", é uma planta muito exótica. Sua origem é bastante discutida e objeto de controvérsia entre estudiosos, sendo o leste africano, especificamente a Etiópia, comumente citada como região de origem (Azevedo et al., 1997; Rodrigues et al., 2002; Cartaxo et al., 2004). Já Beltrão et al. (2002), acreditam ser na Ásia o seu centro de origem. Muito tolerante, ela é encontrada em grande quantidade na Etiópia, na região do Sennaar, Kordofan e na Índia. Provavelmente os egípcios atribuíam valores curativos à mamona, considerando-a uma planta medicinal. Em várias pirâmides foram encontradas grandes quantidades de sementes dessa planta, principalmente nos sarcófagos que guardavam as múmias dos faraós. Algumas dessas sementes, depois de tratadas voltaram a germinar. As sementes foram trazidas para o Brasil possivelmente pelos escravos no Século XVI e hoje a mamoneira não é somente um arbusto comum dos matagais, mas uma planta com importante valor econômico (CATI, 2009).

### 2.2 Descrição botânica

A mamoneira é cientificamente denominada *Ricinus communis* L. O gênero *Ricinus* é considerado monotípico, pertence à família Euphorbiaceae, sendo reconhecidas as subespécies *R. sinensis*, *R. zanzibarensis*, *R. persicus* e *R. africanus*, as quais englobam 25 variedades botânicas, todas compatíveis entre si (Silva et al., 2007). O sistema radicular é vigoroso, do tipo pivotante, profundo. Há forte emissão de radículas ao longo das raízes, conferindo grande área de absorção de água e nutrientes

do solo. Quando a planta é jovem, o caule é brilhante, tenro e suculento. À medida que a planta envelhece, torna-se lenhoso. Apresenta grande variação na coloração, podendo ser verde, arroxeadado e vermelho. Apresenta cera, rugosidade e nós bem definidos, com cicatrizes foliares proeminentes. As folhas são simples, grandes, com largura do limbo variando de 10 a 40 cm, podendo chegar a 60 cm no comprimento maior, do tipo digitolobadas, denticuladas, de pecíolos longos com 20 e 50 cm de comprimento. As principais variações nas folhas da mamona são na cor, cerosidade, número de nervuras principais, comprimento do pecíolo e na profundidade dos lóbulos. A característica padrão do desenvolvimento da parte aérea é emitir ramos laterais, logo após a emissão de inflorescência primária, na qual termina o caule principal.

O desenvolvimento das ramificações é um importante fator de produção, pois cada ramo vai formar um racemo de mamona. A mamoneira apresenta inflorescência do tipo particular denominada de racemo, com flores femininas na parte superior e masculinas na inferior, de estames ramificados de cor amarela (Figura 1). A polinização é anemófila (pelo vento) e pode ser afetada pelo tipo de ramificação aberta ou fechada. Os grãos de pólen são pequenos e ovais e cada flor chega a ter mais de 60 mil grãos de pólen. O fruto é uma cápsula que pode ser lisa ou com estruturas semelhantes a espinhos, podendo ser deiscentes e indeiscentes. O cacho tem conformação cônica, cilíndrica ou mais ou menos esférica, variando no comprimento de 10 a 80 cm, dependendo do ambiente a cultivar. O fruto pode apresentar-se de cor verde, vermelha ou colorações intermediárias. A semente é o óvulo da flor após a fertilização e apresenta dormência, que varia entre cultivares e entre racemos, tornando-se quase nula após nove meses de armazenamento (Silva et al., 2007).



**Figura 1. Componentes da mamoneira**  
Wikipédia, (2009)

### 2.3 Cultivares

Estudos para melhorar as práticas de cultivo e a produtividade da cultura da mamona, observando as características das diversas regiões do Brasil, tem conduzido as instituições de pesquisa a desenvolverem cultivares que consigam melhor expressar o potencial produtivo da atividade, em consequência da realidade ambiental, econômica e social de cada região do país. O Instituto Agronômico de Campinas – IAC, a Coordenadoria de Assistência Técnica Integral – CATI, órgãos vinculados à Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola e o Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária, ao longo dos anos desenvolveram programas de melhoramento nas linhagens de mamona existente.

**IAC Guarani**, lançada em 1974 pelo Instituto Agronômico/Seção de Oleaginosas, Campinas, SP. Obtida do cruzamento entre as cultivares Campinas e Preta, após seleção e testes regionais de avaliação de linhagens e cultivares, destacou-se pela produtividade e adaptabilidade. Apresenta ciclo de 180 dias, porte médio, fruto indeiscente, hastes rosadas com cera e ramificação fechada (Silva et al., 2007).

**IAC 80**, lançada em 1982 pelo Instituto Agronômico/Seção de Oleaginosas, Campinas, SP. Obtida pela seleção massal e polinização controlada de material coletado em Pirapozinho, SP. Apresenta ciclo de 240 dias, porte alto e frutos semideiscentes, hastes verdes sem cera e ramificadas (Silva et al., 2007).

**IAC 226**, lançada em 1991 pelo Instituto Agronômico/Seção de Oleaginosas, Campinas, SP. Obtida pelo cruzamento da linhagem denominada Pindorama (seleção derivada de IAC 38), com Campinas, reunindo plantas de porte médio-alto, com ramificação baixa, em formato de taça, com diversos racemos com tamanho médio (pode ter até 18 racemos efetivos), o que se traduz em alta produtividade média. Apresenta ciclo de 180 dias (até a colheita dos cachos quaternários), porte médio, fruto indeiscente, hastes rosadas com cera e ramificadas (Silva et al., 2007).

**AL Guarany 2002**, lançada em 2002 pelo Departamento de Sementes, Mudanças e Matrizes da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI). Originada por seleção massal clássica da cultivar Guarani, a qual provém de multiplicação própria realizada por várias gerações de agricultores. Apresenta ciclo de 180 dias (até a colheita dos cachos terciários), porte médio, fruto indeiscente, coloração roxa-avermelhada com cerosidade e ramificações com angulação bem fechada (Silva et al., 2007).

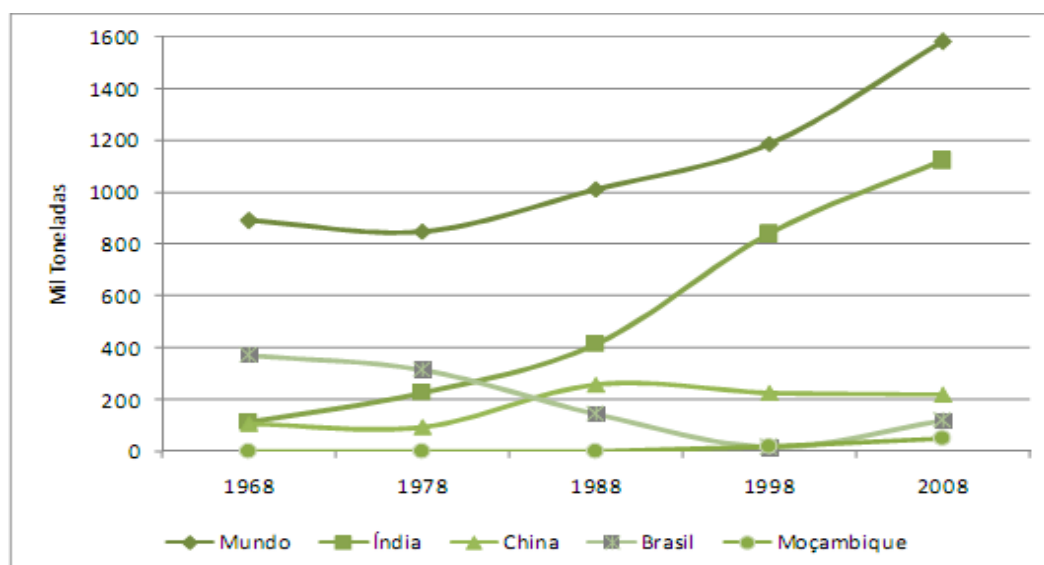
**BRS 149 Nordestina**, lançada em 1998, cultivar desenvolvida pela Embrapa / EBDA. É uma planta de porte médio, com altura média de 1,9m, caule de coloração verde e coberto de cera, racemo cônico, frutos semi-deiscentes e semente grande, de cor preta, pesando aproximadamente 0,68g e contendo 49% de óleo. A floração inicia-se aproximadamente aos 50 dias após a emergência. Essa cultivar foi desenvolvida para plantio em região semi-árida e para uso na agricultura familiar, com plantio e colheita manual (parcelada), ciclo longo (até 250 dias se houver disponibilidade de água) e boa tolerância à seca, podendo produzir até 1.500 kg ha<sup>-1</sup> de sementes a cada ano (EMBRAPA, 2009).

**BRS 188 Paraguaçu**, lançada em 1999, cultivar desenvolvida pela Embrapa / EBDA. Tem porte médio, altura média de 1,6m, caule de cor roxa e coberto de cera, racemo oval, frutos semi-deiscentes e semente grande de cor preta, pesando aproximadamente 0,71g e contendo 48% de óleo. Essa cultivar foi desenvolvida para plantio em região semi-árida e para uso na agricultura familiar, ciclo longo (até 250 dias) e boa tolerância à seca, podendo produzir até 1.500 kg ha<sup>-1</sup> de sementes a cada ano (EMBRAPA., 2009).

**BRS Energia**, desenvolvida em rede pela Embrapa Algodão, EBDA e Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte – EMPARN e lançada em 2007. Tem porte baixo, em torno de 1,40m, ciclo entre 120 e 150 dias, caule verde com cera, cachos cônicos com tamanho médio de 60cm, frutos verdes com cera e indeiscentes. As sementes pesam entre 0,40g e 0,53g com as cores marrom e bege, contendo 48% de óleo. A produtividade média experimental (sequeiro) foi de 1.800 kg ha<sup>-1</sup> (EMBRAPA., 2009).

#### **2.4 Uso e importância econômica**

O Brasil foi o maior produtor de mamona entre 1960 e 1970. Já na década de 1980, a produção nacional começou a declinar e a China e a Índia passaram a liderar a produção no ranking mundial. A Figura 2 apresenta o posicionamento dos quatro países que lideram o ranking mundial.



**Figura 2. Produção mundial de mamona entre 1968 e 2008**  
FAO, (2010)

A área cultivada com mamona no país atualmente é de aproximadamente 195 mil hectares com a produção de 161 mil toneladas, a grande maioria desse cenário se encontra na região Nordeste. O estado da Bahia é o principal produtor nacional, representando 73,3% da área plantada e 71,9% da produção. A figura 3, mostra a representatividade das regiões do Brasil e seus estados produtores de mamona num comparativo entre as safras 09/10 e 10/11, quanto a área, produção e produtividade.

REGIÃO/UF	ÁREA (Em mil ha)			PRODUTIVIDADE (Em kg/ha)			PRODUÇÃO (Em mil t)		
	Safra 09/10	Safra 10/11	VAR. %	Safra 09/10	Safra 10/11	VAR. %	Safra 09/10	Safra 10/11	VAR. %
	(a)	(b)	(b/a)	(c)	(d)	(d/c)	(e)	(f)	(f/e)
<b>NORDESTE</b>	146,8	184,7	25,8	601	797	32,6	88,3	147,2	66,7
PI	2,9	2,9	-	608	665	9,4	1,8	1,9	5,6
CE	30,5	30,5	-	196	790	303,1	6,0	24,1	301,7
PE	8,3	8,3	-	444	650	46,4	3,7	5,4	45,9
BA	105,1	143,0	36,1	730	810	10,9	76,8	115,8	50,8
<b>SUDESTE</b>	9,0	8,2	(8,9)	1.111	1.293	16,4	10,0	10,6	6,0
MG	8,5	7,5	(11,8)	1.059	1.227	15,9	9,0	9,2	2,2
SP	0,5	0,7	33,3	1.998	1.998	-	1,0	1,4	40,0
<b>SUL</b>	1,9	2,0	5,3	1.200	1.600	33,3	2,3	3,2	39,1
PR	1,9	2,0	5,3	1.200	1.600	33,3	2,3	3,2	39,1
<b>NORTE/NORDESTE</b>	146,8	184,7	25,8	601	797	32,6	88,3	147,2	66,7
<b>CENTRO-SUL</b>	10,9	10,2	(6,4)	1.127	1.353	20,1	12,3	13,8	12,2
<b>BRASIL</b>	157,7	194,9	23,6	637	826	29,7	100,6	161,0	60,0

**Figura 3. Comparativa de Área, Produtividade e Produção – Safra 09/10 – 10/11**  
CONAB, (2010)

O óleo da mamona e seus derivados têm importância em diversos setores produtivos, têxtil, celulose e papel, tintas e vernizes, lubrificantes, plásticos, farmacêuticos, cosméticos e mais recentemente na fabricação de biodiesel. Devido às suas propriedades físico-químicas (grupamentos hidroxila, inerte à borracha, metais ou plásticos, baixo ponto de solidificação, resistência ao escoamento e viscosidade elevada), o óleo de mamona tem sido aplicado com frequência como lubrificante, especialmente em condições nas quais óleos minerais perdem a eficiência, como mancais ou engrenagens sujeitas a esfriamento com água, ou ainda, em turbinas de aeronaves ou de veículos automotores que operam sob temperaturas negativas, como fluido para freios hidráulicos ou ainda, na fabricação de espumas plásticas onde a variação de textura é facilitada pelas características químicas do óleo, que lhe conferem, ainda, alta reatividade. Tais características permitem produzir substâncias químicas de vasta aplicação nos mais diversos setores industriais (Antthonisen, 2007).

O ácido undecilênico, obtido no craqueamento térmico do ácido ricinoléico, serve de matéria-prima para a produção de rilsan, o qual é utilizado para a produção do nylon 11. Neste processo térmico, também é gerado heptaldeído, cujo emprego é comum às indústrias de cosméticos e alimentos. Outros produtos importantes são o ácido 10- hidroxidecanóico, destinado à produção de polímeros, o álcool caprílico e o ácido sebácico, cujos ésteres são úteis como lubrificantes de aviões a jato, a tri-12- hidroxioctadecanoína, que abastece a indústria de graxas e ceras polidoras, ou ainda, o produto da desidratação do ácido ricinoléico, um secativo para a indústria de tintas (Antthonisen, 2007).

## **2.5 Ecofisiologia**

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 tolera bem ao sol (heliófila) e que apresenta doze estádios de desenvolvimento (Mazzani, 1983, Weiss, 1983, Moshkin, 1986 & Beltrão et al., 2001). O primeiro estádio é a germinação; o segundo é da formação das folhas opostas verdadeiras; o terceiro estádio envolve a segmentação do eixo do racemo que ocorre rapidamente e finaliza com a formação da quinta ou sexta folha verdadeira; o quarto corresponde a diferenciação do meristema primário; o quinto estádio é a diferenciação da parte floral; o sexto é o da formação do pólen e saco embrionário; o sétimo refere-se à diferenciação e ao

crescimento do racemo; o oitavo é a fase de botoamento; o nono, a floração e a polinização; o décimo, a formação dos frutos e sementes; o décimo primeiro, a deposição da cera e o décimo segundo a maturação (Banzatto, 1965). É um fitossistema com elevado nível de organização morfológico, de forte e penetrante sistema radicular, atingindo profundidades superiores a três metros, podendo chegar a até seis metros (Popova & Moshkin, 1986) considerada como sendo uma planta de elevada resistência a seca, e xerófila (Amorim Neto et al., 2001), porém, sensível ao excesso de umidade por períodos prolongados, segundo Hemerly (1981), em especial na fase inicial e na fase de frutificação (Silva, 1981).

## **2.6 Clima e solo**

A mamoneira desenvolve-se bem em climas tropicais e subtropicais e é explorada comercialmente entre as latitudes 40° N e 40° S. No Brasil ela é encontrada como planta silvestre desde o Rio Grande do Sul até a Amazônia. Apesar de serem encontradas mamoneiras em altitudes variando desde o nível do mar até 2300 m, para a produção comercial recomenda-se o cultivo em áreas com altitude na faixa de 300 a 1500m acima do nível médio do mar. Quando cultivada em regiões com altitude abaixo de 300 m há maior produção de massa verde em detrimento da produção de cachos. Devido a expansão do mercado da mamoneira, em função de novos produtos derivados do óleo, inclusive a produção de biodiesel, há grande demanda potencial, e muitas regiões a estão plantando experimentalmente (Azevedo & Gondim, 2006).

A mamoneira é considerada planta tolerante à seca, se adaptando melhor a climas quentes. Assim, o Nordeste apresenta regiões ideais para seu cultivo. Pluviosidades entre 600 e 700 mm proporcionam rendimentos superiores a 1500 kg/ha, sendo viável economicamente em áreas onde a precipitação pluvial mínima esteja entre 400 e 500mm (Amorim Neto et al., 2001). A variação da temperatura deve ser de 20° a 35° C para que haja produções que assegurem valor comercial, estando a temperatura ótima para a planta em torno de 28°C. Temperaturas muito elevadas, superiores a 40° C, provocam aborto das flores, reversão sexual das flores femininas em masculinas e redução do teor de óleo nas sementes (Beltrão & Silva, 1999). A mamoneira desenvolve-se e produz bem em vários tipos de solo, com exceção daqueles de textura muito argilosa, que apresentam deficiência de drenagem. Solos profundos, com boa drenagem, de textura franca e bem balanceado quanto aos aspectos nutricionais, favorecem o seu desenvolvimento (Azevedo & Gondim, 2006).



A mamoneira é exigente em fertilidade, devendo ser cultivada em solos com fertilidade média a alta, porém, solos com fertilidade muito elevada favorecem o crescimento vegetativo excessivo, prolongando o ciclo e expandindo, consideravelmente, o período de floração. A cultura prefere solos com pH entre 5,0 e 6,5, produzindo em solos de pH até 8,0 (Azevedo & Gondim, 2006). Por ser uma espécie que, durante os estágios iniciais de desenvolvimento, expõe o solo ao impacto das gotas de chuva, seu cultivo deve ser feito em áreas onde a declividade seja inferior a 12%, obedecendo as técnicas de conservação do solo (Amorim Neto et al., 2001).

## **2.7 Adubação e correção do solo**

A nutrição adequada, através de programas de adubação e correção do solo, baseados no diagnóstico da fertilidade do solo e nas exigências nutricionais da mamoneira, é um fator decisivo para a obtenção de produtividades elevadas de grãos. A análise química do solo constitui-se no principal instrumento de diagnóstico da fertilidade do solo, indicando a disponibilidade de nutrientes e a presença de elementos tóxicos às plantas (Scivittaro & Pillon, 2007). Antes de discutir estratégias, é fundamental considerar que a adubação é um procedimento realizado com o propósito de “complementar” o que o solo tem para disponibilizar as plantas, dadas suas características de material de origem e histórico de uso. Por isso as expectativas de resposta à adubação e a preocupação com o seu manejo, visando à maior eficiência de uso, dependem da disponibilidade natural dos solos Ceretta et al. (2007).

O manejo da adubação é um conjunto de práticas ou ações, planejadas e aplicadas de forma organizada, com a finalidade de dispor eficiente e economicamente a recomendação de fertilizantes às culturas. Conduzir adequadamente a adubação consiste em efetuar um conjunto de decisões que envolvem a definição das doses e das fontes de nutrientes a serem utilizadas, bem como as épocas e as formas de aplicação de corretivos e adubos ao solo, visando à maior eficiência técnica e econômica em relação às condições de solo e de cultivo em cada propriedade ( Anghinoni & Bayer, 2004). Manejar a adubação em condições de solo onde ainda não foi atingido o teor crítico de qualquer nutriente exige maior atenção porque significa que as plantas serão bastante dependentes dos nutrientes fornecidos pela adubação. Ao contrário, condições de solo em que a disponibilidade está acima do nível crítico, a probabilidade de resposta econômica à adubação é pequena, correspondendo, na maioria das vezes, a reposição das quantidades exportadas pelas culturas Ceretta et al. (2007).

Dezessete elementos são considerados essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas: carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cloro (Cl), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), molibidênio (Mo), níquel (Ni), e zinco (Zn). Alguns elementos são classificados como benéficos para algumas plantas, como sódio (Na), silício (Si), selênio (Se) e cobalto (Co). Os nove primeiros (exceto o K) participam da formação dos tecidos vegetais e representam, aproximadamente, 99% da sua massa. É necessário que haja disponibilidade e absorção dos nutrientes em proporções adequadas, via solução do solo ou, como suplementação, via foliar. Cada um destes nutrientes tem uma função específica no metabolismo das plantas. Desequilíbrios em suas proporções podem causar deficiência ou excesso de nutrientes, causando limitações ao crescimento das plantas ou mesmo sua morte (Dechen & Nachtigall, 2007).

Segundo Beltrão e Gondim (2006), nitrogênio, potássio, fósforo, cálcio e magnésio exercem as seguintes funções na mamoneira:

**Nitrogênio:** é um elemento de suma importância, sendo participante da formação das proteínas e dos ácidos nucleicos. Depois dos mega-elementos, Oxigênio, Carbono e Hidrogênio, que são supridos pela água (H<sub>2</sub>O) e pelo gás carbônico (CO<sub>2</sub>) da atmosfera, é o mais abundante elemento na mamoneira. Em excesso pode promover crescimento vegetativo exagerado e assim reduzir a produtividade, além de reduzir a resistência a vários insetos, pragas e fungos. **Fósforo:** é um nutriente de vital importância para a mamoneira, sendo parte integrante dos ácidos nucleicos (RNA e DNA). Faz parte do ATP e de outros constituintes importantes para o metabolismo celular. **Potássio:** elemento essencial que ativa mais de 40 sistemas enzimáticos no metabolismo da mamoneira, sendo participante do mecanismo de abertura e fechamento dos estômatos. **Cálcio:** elemento participante da lamela média das células, é ativador de vários sistemas enzimáticos, responsável pela integridade das membranas celulares e de sua permeabilidade e da capacidade de seletividade, sendo praticamente imóvel dentro do floema da mamoneira. **Magnésio:** elemento vital, ativador de vários sistemas enzimáticos e participante ativo da molécula da clorofila junto com o nitrogênio.

A adubação no cultivo da mamoneira é pouco estudada no Brasil, principalmente nos estados do Nordeste, principal região produtora, e nos cerrados do Centro-Oeste, região onde a cultura é emergente. A mamoneira é uma planta que necessita ser cultivada em solos muito férteis para que atinja boa produtividade, mas o

conhecimento sobre o uso de fertilizantes em solos com essa cultura é incipiente e carece de aperfeiçoamento e adaptação a diferentes regiões (Severino et al., 2005).

A adubação nitrogenada no cultivo da mamona IAC Guarani irrigada com água de poço em Aquiraz – CE, utilizando a dose  $70 \text{ kg ha}^{-1}$  nitrato de amônio como fonte de N, incrementou a produtividade de sementes em  $2010 \text{ kg ha}^{-1}$ , evidenciando a eficiência da adubação nitrogenada (Carlos, 2009). Sofiatti et al., (2008), cultivando mamona BRS Energia em Missão Velha – CE, aplicando fontes de NPK, obteve aumento significativo na produção de sementes e maior produtividade com  $1890 \text{ kg ha}^{-1}$ . A adubação com macro e micronutrientes na cultura da mamona promoveu aumento de produtividade da cultivar BRS Nordestina, com destaque para a adubação nitrogenada, e o teor de óleo foi influenciado positivamente pelo aumento das doses de fósforo (Severino et al., 2006). Genótipos das cultivares BRS-149 Nordestina e BRS-188 Paraguaçu, em experimento realizado na base física da EMBRAPA MEIO-NORTE, em Parnaíba-PI, em sistema consorciado com feijão-caupi, responderam significativamente à adubação com NPK, obtendo produtividade média de  $1700 \text{ kg ha}^{-1}$  (Melo et al., 2008).

A mamoneira é sensível à acidez do solo e exigente em nutrientes, apresentando boa resposta, em produtividade, à correção do solo e à adubação (Savy Filho, 1996). A cultura é bastante sensível à toxidez por alumínio, requerendo a correção do solo, com a insolubilização do elemento, para o cultivo (Amorim Neto et al., 2001). A aplicação da calagem é necessária e extremamente benéfica para o rendimento da cultura. O efeito residual da calagem é igual ou superior a cinco anos; após este período, deve-se realizar nova análise de solo para estabelecer a necessidade de nova correção do mesmo (Sociedade, 2004).

## 2.8 Reúso de águas

O rápido e abrangente crescimento dos centros urbanos do país tem gerado uma crescente produção de água residuária (efluentes), sendo uma parte coletada e tratada em estações de tratamento de esgotos domésticos (Aquino et al., 2007).

O reúso de águas é o aproveitamento de águas previamente utilizadas, uma ou mais vezes, em alguma atividade humana, para suprir as necessidades de outros usos benéficos, inclusive o original (Lavrador Filho, 1987). O reúso de águas pode ser classificado como direto e indireto. É considerado direto quando os efluentes, após devidamente tratados, são encaminhados diretamente de seu ponto de descarga até o

local de reúso, que pode ser interno (reciclagem) ou externo ao local onde são produzidos. É considerado indireto quando os efluentes, depois de tratados, são descarregados de forma planejada aos corpos de águas superficiais ou subterrâneas de maneira controlada para algum uso benéfico (Mota et al., 2007). São exemplos de reúso direto: Irrigação, dessedentação de animais, aquicultura, usos industriais, em edificações e uso urbano.

Nas regiões áridas e semi-áridas a água tornou-se um fator limitante para o desenvolvimento urbano, industrial e agrícola. Planejadores e entidades gestoras de recursos hídricos procuram continuamente novas fontes de recursos para complementar à pequena disponibilidade hídrica ainda disponível (Hespanhol, 2003). Neste cenário, a opção pelo uso de águas residuárias tratadas ou reúso de águas é muito importante e em algumas regiões pode ser uma das poucas alternativas de sobrevivência (Leon & Cavallini, 1996), principalmente em áreas de escassez de água. O solo exerce normalmente, papel significativo na disposição de águas residuárias, atuando como depósito e meio de tratamento para os diferentes constituintes químicos da água residuária (Rezende, 2003). Além do controle da poluição, da economia de água e de fertilizantes, da reciclagem de nutrientes e do aumento da produção agrícola, os inegáveis atrativos do reúso planejado de efluentes despertam cada vez mais o interesse em países com escassez de água para abastecimento público (Bastos, 1996).

## **2.9 Esgoto doméstico**

O esgoto doméstico é composto basicamente de água (99,9%); assim, todas as propriedades físicas desta, como densidade, solubilidade, calor específico etc., são preservadas. O restante (0,1%) é composto de matéria orgânica, sabões, alvejantes, papel, plástico, detergentes, desinfetantes, areia, etc., que podem ser divididos em compostos poluidores e não poluidores, biodegradáveis e não-biodegradáveis (Mota et al., 2007).

## **2.10 Esgoto doméstico tratado na irrigação de culturas**

Quando usada na agricultura à irrigação com água de esgoto doméstico tratado, é fornecido água e todos os nutrientes essenciais às plantas. Além destes, o conteúdo de matéria orgânica do efluente induz melhorias nas propriedades físicas e químicas do solo (Aquino et al., 2007).

Estudos realizados por Monte & Sousa (1992); Vazquez Montiel et al (1996); Mota et al (1997) e Sousa & Leite (2003), mostraram que a produtividade (t/ha) de culturas irrigadas com esgotos tratados foi superior (15 a 30%) àquela de culturas irrigadas com água de abastecimento e solo adubado com NPK, demonstrando a viabilidade do uso de esgoto na irrigação.

Pesquisa realizada em Fortaleza - CE, determinou para cultura de sorgo irrigado com esgoto doméstico tratado, teores de proteína iguais a 10,86% e 12,15%, no grão e na palha, respectivamente, enquanto que para o sorgo irrigado com água de poço esses teores foram de 10,09% e 10,82% (Mota, 1980). A irrigação com efluente de esgoto tratado na cultura do pepino contribuiu significativamente para o aumento no teor de N, nitrogênio amoniacal, nitrato, K, Ca, Mg, Zn e S retidos na solução do solo (Azevedo & Oliveira, 2005). Barreto et al., (2008), estudando a mamona BRS Energia em Campina Grande-PB, concluíram que a altura da planta, o diâmetro caulinar e a área foliar, nos intervalos de tempo estudados, foram maiores com a aplicação de água residuária em comparação com água de abastecimento e com a mistura das duas. Em experimento com a cultivar IAC Guarani em Aquiraz-CE, o peso médio das sementes por planta nos racemos terciários foi aproximadamente 42% maior com o uso da fonte de água com esgoto sanitário tratado (Sales, 2008).

A qualidade microbiológica dos frutos de mamão e melancia irrigados com água de esgoto doméstico tratado em cultivo no Centro de Pesquisa sobre tratamento de Esgoto e Reúso de Águas, da Companhia de Água e esgoto do Ceará, atendeu aos padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação vigente (Feitosa et al.,2007).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização e área

O experimento foi implantado e conduzido em condições de campo na estação experimental da CAGECE/PROSAB/CT-UFC, no município de Aquiraz, coordenadas  $-3^{\circ} 54' 05''$  S e  $38^{\circ} 23' 28''$  W. Situado a 45 km de Fortaleza, o experimento foi realizado no período de janeiro a agosto de 2010. O solo da área experimental foi classificado como ARGISSOLO ACINZENTADO Eutrófico, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006). A área experimental foi de aproximadamente  $2.249\text{m}^2$  (Figura 4).



**Figura 4.** Área experimental, Aquiraz - CE

### 3.2 Cultura

A cultura em estudo foi a mamona (*Ricinus communis L.*), variedade BRS 149 nordestina (Figura 5), ciclo entre 210 e 250 dias, apresenta porte médio de 1,90m, caule verde, sementes na cor preta e produtividade média  $1.500 \text{ kg ha}^{-1}$  de em sequeiro.



Figura 5. Mamona BRS 149 nordestina

### 3.3 Delineamento experimental e tratamentos

O estudo de campo foi conduzido em delineamento de blocos casualizados (DBC) com parcelas subdivididas, sendo duas parcelas, uma irrigada com água de poço e a outra irrigada com esgoto doméstico tratado. Cada parcela tinha treze sub-parcelas que receberam os tratamentos de adubação (incluindo a testemunha absoluta somente irrigada (T1). Cada unidade experimental foi constituída de 3 linhas com 8 plantas, totalizando 39 sub- parcelas dentro de cada parcela, sendo o espaçamento entre linhas de 1,5m e entre plantas de 0,75m. Como fontes de N,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  e S foram utilizados respectivamente, Uréia [ $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ], Superfosfato Triplo [ $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ], Cloreto de Potássio (KCl) e Gesso Agrícola ( $\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ). Para fornecimento dos micronutrientes foi aplicado FTE 30g/cova, também foram adicionados 3 litros de esterco bovino curtido e 50g de calcário dolomítico por cova.

A Tabela 1 a seguir indica a distribuição dos tratamentos e doses de NPK.

Tabela 1. Tratamentos e doses de NPK

TRATAMENTOS	(Kg ha <sup>-1</sup> )		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
T1	0	0	0
T2*	0	0	0
T3	50	60	50
T4	0	60	50
T5	25	60	50
T6	75	60	50
T7	50	0	50
T8	50	30	50
T9	50	90	50
T10	50	60	0
T11	50	60	25
T12	50	60	75
T13	75	90	75

\*Tratamento com esterco bovino e calcário dolomítico

### 3.4 Condução do experimento

Foram realizadas coletas (Figura 6) de solo para a análise (anexo1), antes da adubação, nas profundidades de 0-30cm e 30-60cm de acordo com a metodologia de amostragem de solo (UFC, 1993).



Figura 6. Coleta de amostra do solo



Durante o período de irrigação do experimento foram coletadas amostras para análises laboratoriais das propriedades físico-químicas do Esgoto Doméstico Tratado e da Água de Poço (anexo 2). As áreas experimentais receberam igual preparo do solo, sendo realizada uma limpeza do terreno e uma gradagem leve. Em seguida, com emprego da enxada, foram abertas as covas. O plantio foi realizado semeando-se 4 sementes por cova a uma profundidade de aproximadamente 2cm. O espaçamento adotado foi de 0,75m entre plantas e 1,5m entre linhas. A distribuição dos adubos seguiu a seguinte ordem, onde primeiro foi aplicado o esterco bovino, cerca de 3l/cova, mais 50 g de calcário dolomítico e 50g de gesso agrícola, uma leve cobertura de solo e em seguida 30g de FTE e as doses de NPK dos respectivos tratamentos concluindo com uma nova cobertura de solo como podemos observar nas Figuras 7 e 8.



**Figura 7. Abertura das covas**



**Figura 8. Adubação na cova**

Após 20 dias da germinação, foi feito desbaste, deixando apenas uma planta por cova. O sistema de irrigação utilizado foi o de microaspersão, utilizando-se um micro aspersor (localizado entre as fileiras) para cada grupo de 6 plantas. Ambas as parcelas receberam essa mesma configuração, diferenciando entre elas apenas na fonte da água de irrigação. A parcela (I) foi irrigada com água de poço e a parcela (II) com Efluente de Esgoto Doméstico Tratado o qual foi captado da lagoa de estabilização da CAGECE (Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará) localizada nas proximidades da área de estudo. Os microaspersores (Figura10) utilizados tiveram uma vazão de 70 l/hora, onde o tempo real de irrigação, por turno de um dia, foi de 2 horas. Foram realizadas capinas manuais até os 120 dias após a germinação (Figura 9), a fim de evitar a competição das ervas daninhas com a cultura por água e nutrientes do solo.



**Figura 9. Germinação da mamoneira**



**Figura 10. Microaspersor**

As colheitas foram realizadas na medida que os frutos dos racemos apresentavam condições físicas de serem retirados da planta com segurança com o intuito de reduzir as perdas das sementes. O material colhido foi condicionado em um local seco e coberto para garantir a integridade e a secagem dos frutos, evitando fungos e outros organismos que pudessem prejudicar a retirada das sementes, que foi realizada quando os frutos do cacho estavam desidratados.

### **3.5 Componentes estudados**

**Diâmetro caulinar:** após 100 dias de germinação foram medidos com um paquímetro tradicional os diâmetros dos caules, em milímetro. **Número de racemos e quantidade de frutos:** após a colheita foi realizada a contagem do número de racemos por planta e os frutos foram retirados manualmente dos racemos para a realização da contagem por tratamento, considerando cada parcela. **Produção de grãos:** a produção de grãos foi expressa em kg, extraído o racemo e pesando somente os frutos. **Peso de 100 sementes:** após a secagem dos frutos, foi realizada a retirada de toda a cobertura externa para a pesagem das sementes. **Produtividade:** os frutos foram pesados e o peso convertido em  $\text{kg ha}^{-1}$ .

Todas as pesagens, contagens e medições foram efetuadas em 6 plantas das 24 componentes de cada sub-parcela por bloco, que melhor representaram os tratamentos obedecendo os requisitos da experimentação agrícola.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presente pesquisa estudou variáveis de crescimento e produção da mamoneira submetida a diferentes combinações de adubações NPK e dois tipos de água de irrigação: (a) água de poço e (b) esgoto doméstico tratado. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 1% e 5% de probabilidade. Quando observou-se significância na análise de variância, as médias obtidas nos diferentes tratamentos foram comparadas pelo teste de tukey a 5% de probabilidade. Para a interação procedeu-se uma análise de regressão, utilizando o software de análises estatísticas SAEG v 7.1.

##### 4.1 Diâmetro caulinar

Não houve efeitos significativos: (a) dos tipos de água de irrigação (água de poço e esgoto doméstico tratado), (b) das adubações e (c) das interações (tipos de água de irrigação versus adubação) sobre o diâmetro caulinar da mamona (Quadro 1).

**QUADRO 1. ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA DIÂMETRO CAULINAR**

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
-----				
Blocos	2	43.85965	21.92983	0.7004 ns
Irrigação (Ta)	1	17.08014	17.08014	0.5455 ns
Resíduo-a	2	62.62186	31.31093	
-----				
Parcelas	5	123.56164		
-----				
Aubos (Tb)	12	447.48495	37.29041	1.7086 ns
Int. TaxTb	12	168.73016	14.06085	0.6443 ns
Resíduo-b	48	1047.59233	21.82484	
-----				
Total	77	1787.36908		
-----				

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

As comparações das médias do diâmetro caulinar nos diferentes tratamentos podem ser observadas na Tabela 2.

**Tabela 2. Médias dos diferentes tratamentos para o diâmetro caulinar (Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade)**

ADUBOS		IRRIGAÇÃO	
NPK		AP	EDT
T01		30,55 aA	28,94 aA
T02		23,72 aA	30,11 aA
T03		33,38 aA	29,50 aA
T04		27,61 aA	28,50 aA
T05		29,72 aA	27,94 aA
T06		34,16 aA	36,44 aA
T07		27,05 aA	28,88 aA
T08		30,77 aA	32,83 aA
T09		31,16 aA	37,44 aA
T10		29,61 aA	30,72 aA
T11		30,00 aA	30,49 aA
T12		29,38 aA	26,72 aA
T13		30,61 aA	31,39 aA

DMS para linhas = 7.8145 - Classificadas com letras minúsculas

DMS para colunas = 13.2973 - Classificadas com letras maiúsculas

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si

Os valores do diâmetro caulinar obtidos no presente estudo, foram condizentes com os observados por Severino et al. (2005). Valores maiores foram observados por Capistrano (2007) e Souza (2010). Os menores valores obtidos na presente pesquisa ocorreram pelo fato do espaçamento ter sido mais adensado. Souza (2007) observou que o diâmetro do caule da mamona reduziu-se com o adensamento do plantio. Podendo se inferir que maiores populações de plantas intensificam a competição pela absorção de nutrientes, o que limita o potencial desenvolvimento vegetativo.

#### 4.2 Número de racemos

Observando-se o resumo da análise de variância (Quadro 2), verifica-se o efeito significativo dos tipos de água de irrigação, das adubações e das interações (águas x adubações) sobre o número de racemos por planta.

QUADRO 2. ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O NÚMERO DE RACEMOS POR PLANTA

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	2	0.22256	0.11128	0.2768 ns
Irrigação (Ta)	1	0.00051	0.00051	0.0013 *
Resíduo-a	2	0.80410	0.40205	
Parcelas	5	1.02718		
Adbos (Tb)	12	14.45513	1.20459	9.1008 **
Int. TaxTb	12	0.49615	0.04135	0.3124 *
Resíduo-b	48	6.35333	0.13236	
Total	77	22.33179		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

As comparações das médias do número de racemos por planta nos diferentes tratamentos podem ser observadas na Tabela 3.

Tabela 3. Médias dos diferentes tratamentos para o número de racemos por planta (Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade)

	ADUBOS		IRRIGAÇÃO	
	NPK	AP	EDT	
T01		1,80 aCD	1,83 aBC	
T02		2,23 aABCD	1,90 aBC	
T03		2,87 aAB	2,83 aAB	
T04		1,70 aD	1,70 aC	
T05		1,90 aBCD	1,97 aABC	
T06		2,83 aABC	2,77 aAB	
T07		2,87 aAB	2,63 aABC	
T08		2,70 aABCD	2,83 aAB	
T09		2,90 aAB	2,87 aAB	
T10		2,43 aABCD	2,67 aABC	
T11		2,57 aABCD	2,57 aABC	
T12		2,53 aABCD	2,80 aAB	
T13		3,07 aA	2,97 aA	

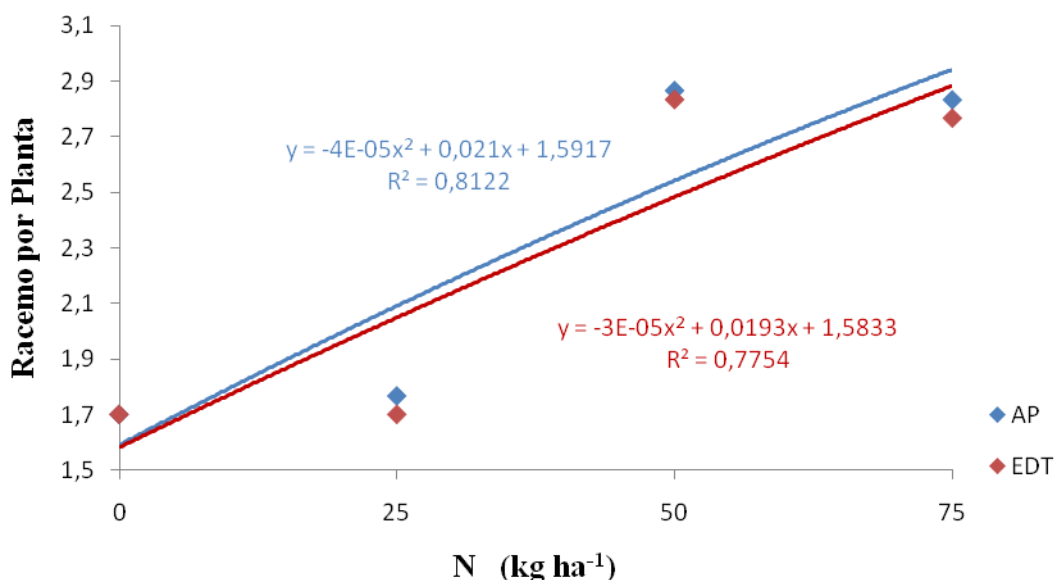
DMS para linhas = 0.6529 – Classificadas com letras minúsculas

DMS para colunas = 1.0355 – Classificadas com letras maiúsculas

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si

Os maiores valores observados do número de racemos por planta, dentro de cada tipo de água de irrigação, foram de 3,07 e 2,97, respectivamente água de poço (AP) e esgoto doméstico tratado (EDT), obtidos do tratamento T13 (75N-90P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-75K<sub>2</sub>O kg ha<sup>-1</sup>). Segundo a EMBRAPA (2006), a BRS 149 nordestina, em diversos cultivos, apresentou o desenvolvimento de 4 a 7 racemos por planta. Esses valores médios mais baixos no presente estudo, possivelmente tenham resultado do menor espaçamento adotado na pesquisa, o qual intensifica a competição entre as plantas. Os menores valores do número de racemos por planta foram de 1,7 e 1,7 obtidos nos tratamentos T4 (0N-60P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-50K<sub>2</sub>O kg ha<sup>-1</sup>), para os dois tipos de água de irrigação, evidenciando a redução do número de racemos em consequência da não disponibilidade de nitrogênio no tratamento. Silva et al. (2007) estudando a BRS 149 nordestina, encontrou resultados diferentes, não verificando efeito significativo da adubação nitrogenada sobre o número de racemos por planta, atribuindo que esse componente é mais influenciado pela genética da planta. Modernamente, existe uma tendência de se trabalhar com cultivares com poucas ramificações e que produzam no máximo três racemos afim de facilitar a colheita mecânica (KOUTROUBAS; PAPAKOSTA; DOITSINIS,1999).

As Figuras 11 a 13 mostram o número de racemos por planta da mamona BRS 149 nordestina em função das doses de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O e do tipo de água de irrigação usada na pesquisa.



**Figura 11.** Número de racemos da mamona BRS 149 nordestina, em função das doses de N e do tipo de água de irrigação.

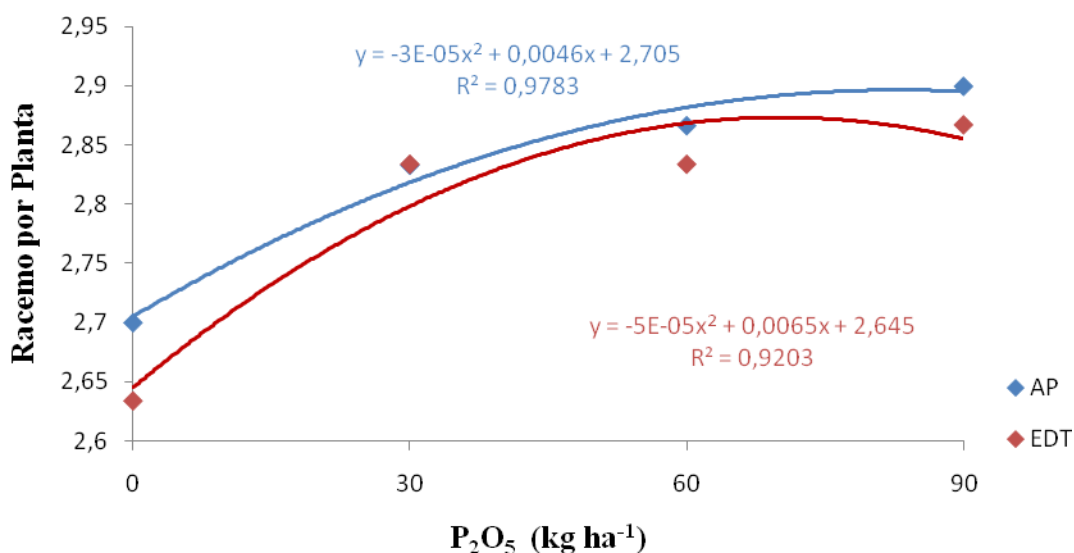


Figura 12. Número de racemos da mamona BRS 149 nordestina, em função das doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e do tipo de água de irrigação.

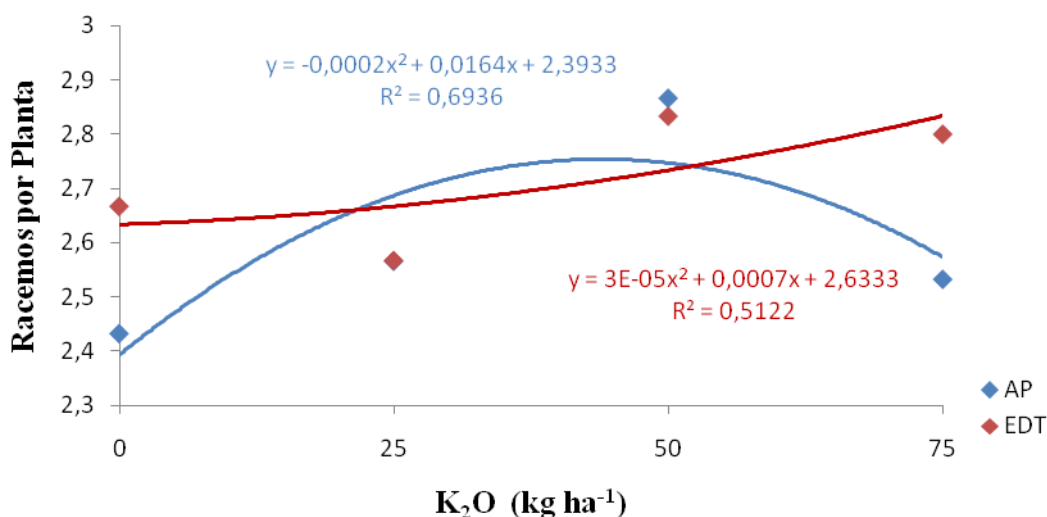


Figura 13. Número de racemos da mamona BRS 149 nordestina em função das doses de K<sub>2</sub>O e do tipo de água de irrigação.

Nas Figuras 11 e 12 observa-se que houve aumentos significativos do número de racemos por planta em resposta às doses de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, quando as plantas foram irrigadas com a água de poço e com esgoto doméstico tratado. Embora não tenha sido significativo pelo teste de Tukey a 5%, observou-se valores mais elevados quando as plantas foram irrigadas com a água de poço, tanto nas doses de N como nas doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. A Figura 13 mostra as tendências diferentes nas respostas do número de racemos

em função das doses de  $K_2O$  para os dois tipos de água de irrigação, observando-se uma não significância da adubação potássica.

No que concerne aos valores de  $R^2$  para significância de cada equação, os trabalhos científicos na literatura variam na abordagem desses valores, considerando-se, principalmente à natureza da pesquisa. O presente estudo considerou para o nível de significância o efeito do coeficiente de determinação até 15% com a seguinte classificação: (a) significativo ( $p \leq 0,15$ ), (b) altamente significativo ( $p \leq 0,05$ ) e (c) muito altamente significativo ( $p \leq 0,01$ )

### 4.3 Frutos por racemo

Observando-se o resumo da análise de variância (Quadro 3), verificou-se que houve efeito significativo dos tipos de água de irrigação, das adubações e das interações (águas x adubações).

**QUADRO 3. ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA FRUTOS POR RACEMO**

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	2	9.41026	4.70513	0.5586 ns
Irrigação (Ta)	1	833.65385	833.65385	98.9726 **
Resíduo-a	2	16.84615	8.42308	
Parcelas	5	859.91026		
Aubos (Tb)	12	1468.53846	122.37821	18.4098 **
Int. TaxTb	12	898.84615	74.90385	11.2681 **
Resíduo-b	48	319.07692	6.64744	
Total	77	3546.37179		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

As comparações das médias do número de frutos por racemo nos diferentes tratamentos podem ser observadas na Tabela 4.



**Tabela 4. . Médias dos diferentes tratamentos para o número de frutos por racemo (Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade)**

ADUBOS		IRRIGAÇÃO	
NPK	AP	EDT	
T01	30,00 aEF	32,00 aBC	
T02	31,33 aDEF	29,67 aBC	
T03	46,67 aAB	30,33 bBC	
T04	38,67 aBCD	42,00 aA	
T05	41,67 aABC	34,00 bB	
T06	44,67 aAB	32,00 bBC	
T07	44,33 aAB	28,67 bBC	
T08	46,67 aA	31,00 bBC	
T09	44,00 aABC	44,00 aA	
T10	36,00 aCDE	32,67 aB	
T11	36,33 aCDE	29,33 bBC	
T12	28,33 aF	25,00 aC	
T13	41,33 aABC	33,33 bB	

**DMS para linhas = 4.2831 - Classificadas com letras minúsculas**

**DMS para colunas = 7.3386 - Classificadas com letras maiúsculas**

**Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si.**

Os maiores valores observados do número de frutos por racemo foram de 46,67 (T3 nas doses 50N-60P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-50K<sub>2</sub>O kg ha<sup>-1</sup> e T8 nas doses 50N-30P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-50K<sub>2</sub>O kg ha<sup>-1</sup>) quando as plantas foram irrigadas com água de poço e 44 (T9 na dose 50N-90P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-50K<sub>2</sub>O kg ha<sup>-1</sup>) quando as plantas foram irrigadas com esgoto doméstico tratado. Os menores valores foram de 28,33 e 25 (na dose 50N-60P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-75K<sub>2</sub>O kg ha<sup>-1</sup>) quando as plantas foram irrigadas tanto com água de poço como com esgoto doméstico tratado. Esses resultados foram superiores aos observados por Souza (2007) que, irrigando com água de poço, obteve a maior média de 29,92 e a menor média 22,84, semelhantes aos de Souza (2010), contudo inferiores aos de Capistrano (2007) que, irrigando com água de poço, obteve a maior média de 97,58 e a menor de 59,75; enquanto que, com água de esgoto doméstico tratado, o autor obteve a maior média de 105 e a menor de 67,25. Informações da Embrapa (2006) sobre a cultivar BRS 149 apontam como sendo 60 o número médio de frutos por racemo.

As Figuras 14 a 16 mostram o número de frutos por racemo da mamona BRS 149 nordestina em função das doses de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O e do tipo de água de irrigação usada na pesquisa.

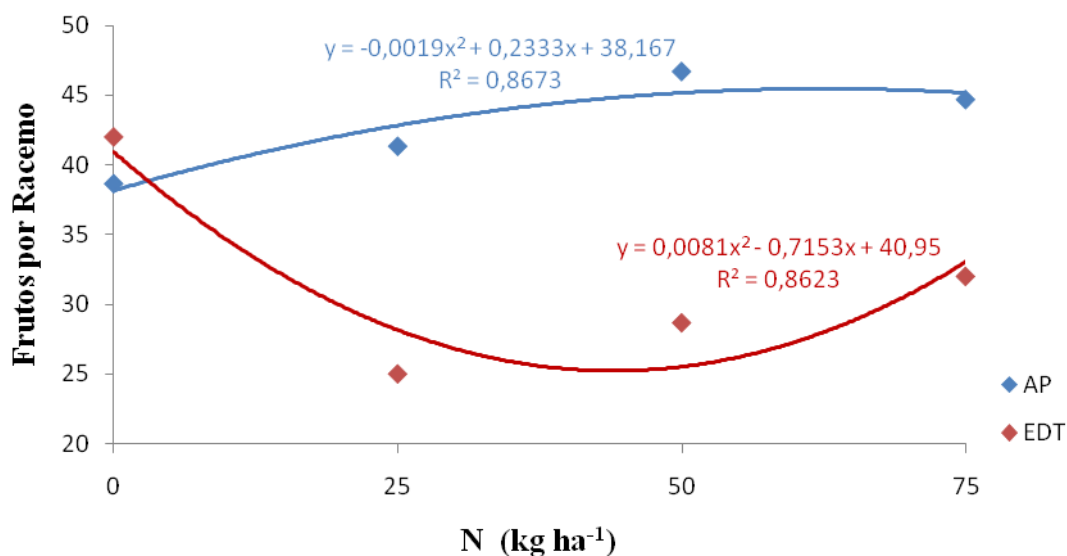


Figura 14. Número de frutos por racemo da mamona BRS 149 nordestina em função das doses de N e águas de irrigação.

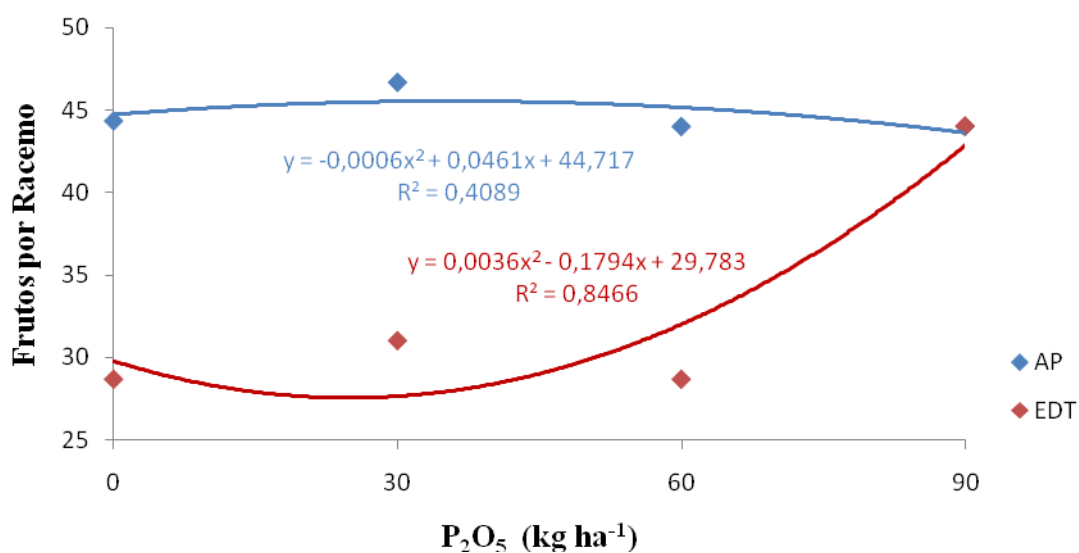
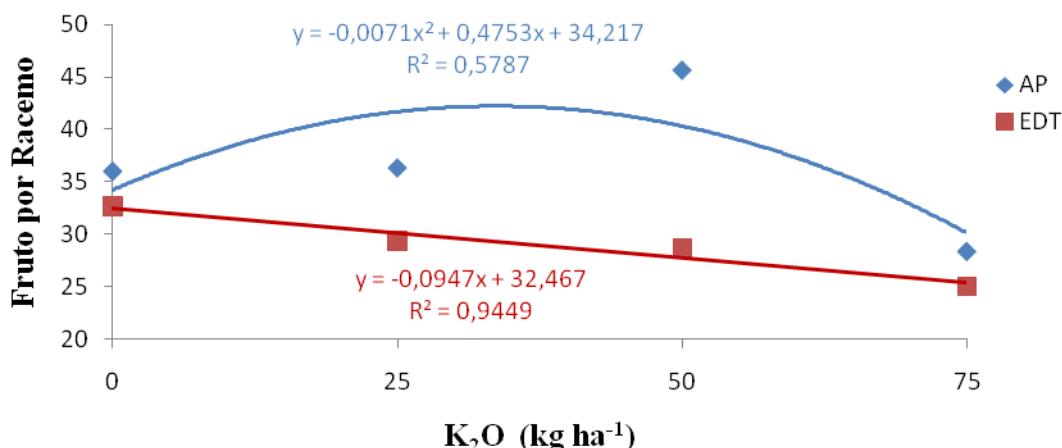


Figura 15. Número de frutos por racemo da mamona BRS 149 nordestina em função das doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e águas de irrigação.



**Figura 16.** Número de frutos por racemo da mamona BRS 149 nordestina em função das doses de K<sub>2</sub>O e águas de irrigação.

As Figuras 14 e 15 mostram que as doses 50 kg ha<sup>-1</sup> de N e 30 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, nas plantas irrigadas com água de poço, foram as que alcançaram os maiores valores de frutos por racemo. Nas doses mais elevadas do que as acima mencionadas, foi observada uma tendência de efeito depressivo. Para as plantas irrigadas com água de esgoto doméstico tratado, as figuras mostraram que houve redução no número de frutos por racemo na presença da adubação nitrogenada. Tendência oposta verificou-se para as doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> que promoveram o aumento do número de frutos por racemo quando as plantas foram irrigadas com esgoto doméstico tratado. A Figura 16 mostrou que não houve significância da equação para as doses de K<sub>2</sub>O em função da água de poço. A tendência quando a água de irrigação foi o esgoto doméstico tratado, foi altamente significativa para o decréscimo no número de frutos por racemo, semelhante ao efeito da adubação nitrogenada. O efeito do EDT foi mais pronunciado sobre o crescimento vegetativo em detrimento do reprodutivo (número de frutos por racemo), apesar de não se ter verificado essa tendência em relação ao peso dos frutos. O pH mais elevado do EDT pode ter induzido uma maior volatilização do N do meio, o que causou respostas menores nesse tipo de água.

#### 4.4 Grãos por planta

Observando-se o resumo da análise de variância (Quadro 4), verificou-se que não houve efeito significativo dos tipos de água de irrigação, mas houve efeito significativo dos tratamentos de adubação e para interação entre eles.

**QUADRO 4. ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA PRODUÇÃO DE GRÃOS POR PLANTA**

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	2	0.14354	0.07177	0.7051 ns
Irrigação (Ta)	1	0.39596	0.39596	3.8900 ns
Resíduo-a	2	0.20358	0.10179	
Parcelas	5	0.74308		
Aduos (Tb)	12	9.19017	0.76585	11.4390 **
Int. TaxTb	12	1.62349	0.13529	2.0208 *
Resíduo-b	48	3.21363	0.06695	
Total	77	14.77037		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

As comparações das médias da produção de grãos por planta nos diferentes tratamentos pode ser observada na Tabela 5.

**Tabela 5. Médias dos diferentes tratamentos para a produção de grãos por planta\* (kg) (Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade)**

DOSES	IRRIGAÇÃO	
	AP	EDT
T01	0,81 aC	1,03 aBC
T02	0,94 aC	0,97 aC
T03	2,00 aA	1,57 aABC
T04	1,16 aBC	1,02 aBC
T05	1,47 aABC	1,19 aABC
T06	2,00 aA	1,50 bABC
T07	2,00 aA	1,72 aAB
T08	2,06 aA	1,62 bABC
T09	2,04 aA	1,75 aAB
T10	1,53 aABC	1,65 aABC
T11	1,80 aAB	1,80 aA
T12	1,15 bBC	1,65 aABC
T13	1,96 aA	1,53 aABC

DMS para linhas = 0.4345 - Classificadas com letras minúsculas

DMS para colunas = 0.7365 - Classificadas letras maiúsculas

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

Planta\* - Médias obtidas das seis plantas uteis de cada tratamento

Os maiores valores observados da produção de grãos por planta foram de 2,06kg (T3 na dose 50N-60P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-50K<sub>2</sub>O kg ha<sup>-1</sup>) e 1,80kg (T11 na dose 50N-60P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-25K<sub>2</sub>O kg ha<sup>-1</sup>) enquanto que os menores valores foram de 0,81kg (T1 0 de NPK) e 1,03g, (T1 0 de NPK) respectivamente, para as parcelas irrigadas com água de poço e esgoto doméstico tratado. Esses valores foram inferiores aos obtidos por Souza, (2007).

As Figuras 17 a 19 mostram a produção de grãos por planta da mamona BRS 149 nordestina, em função das doses de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O e do tipo de água de irrigação usada na pesquisa.

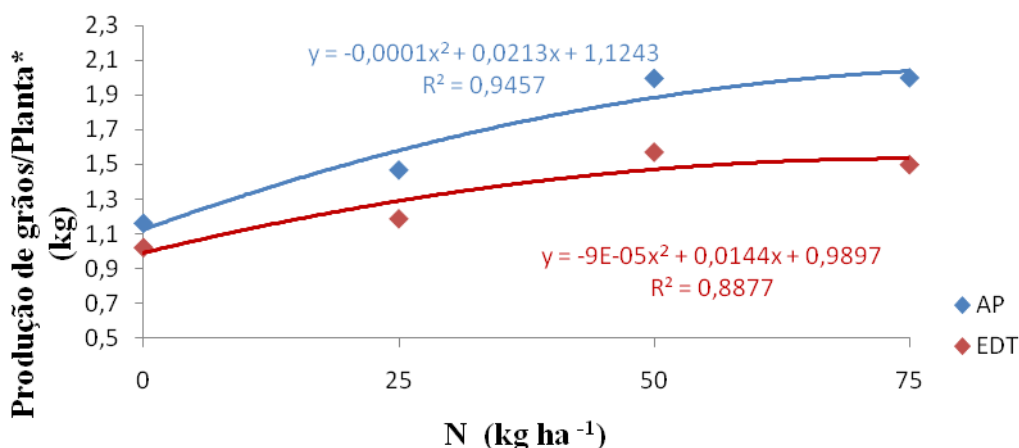


Figura 17. Produção de grãos por planta da mamona BRS 149 nordestina em função das doses de N e águas de irrigação.

Planta\* - Médias obtidas das seis plantas uteis de cada tratamento

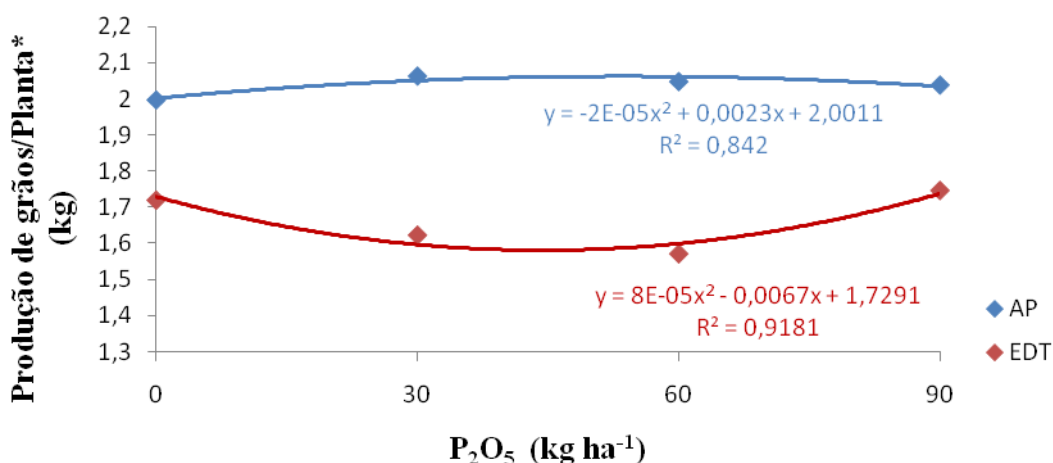
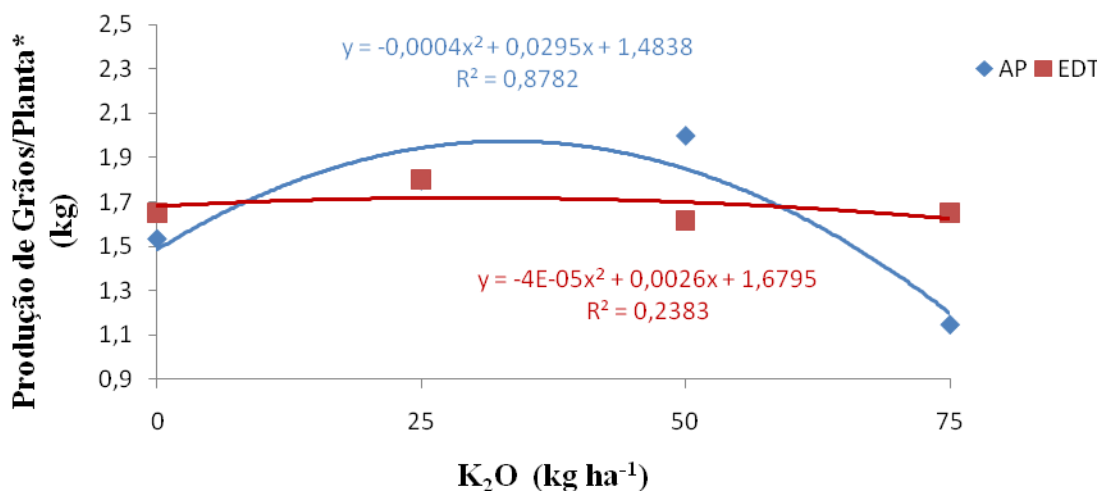


Figura 18. Produção de grãos por planta da mamona BRS 149 nordestina em função das doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e águas de irrigação.

Planta\* - Médias obtidas das seis plantas uteis de cada tratamento



**Figura 19. Produção de grãos por planta da mamona BRS 149 nordestina em função das doses de K<sub>2</sub>O e águas de irrigação.**

**Planta\* - Médias obtidas das seis plantas uteis de cada tratamento**

A Figura 17 mostra que houve um melhor ajuste da equação para a irrigação com água de poço, bem como uma tendência de aumentos significativos da produção de grãos por planta em função das doses de N para os dois tipos de água de irrigação. A Figura 18 mostra que não houve resposta significativa da produção de grãos por planta para adubação com P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> quando as plantas foram irrigadas com água de poço. A produção de grãos por planta, nas plantas irrigadas com esgoto doméstico tratado, apresentou uma suave tendência a decrescer com as doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. A Figura 19 mostra um efeito depressivo significativo da adubação potássica sobre a produção de grãos por planta na parcela com água de poço; na parcela com esgoto doméstico tratado as doses de K<sub>2</sub>O mostraram-se sem efeito.

#### 4.5 Peso de 100 sementes

Observando-se o resumo da análise de variância (Quadro 5) verificou-se que não houve efeito significativo para os tipos de água de irrigação, contudo houve respostas significativas para as adubações (principalmente para N e P) e para interação entre elas.

**QUADRO 5. ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA PESO DE 100 SEMENTES**

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	2	24.30769	12.15385	6.4054 ns
Irrigação (Ta)	1	20.51282	20.51282	10.8108 ns
Resíduo-a	2	3.79487	1.89744	
Parcelas	5	48.61538		
Aubos (Tb)	12	609.05128	50.75427	27.0998 **
Int. TaxTb	12	523.82051	43.65171	23.3075 **
Resíduo-b	48	89.89744	1.87286	
<b>Total</b>	<b>77</b>	<b>1271.38462</b>		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

As comparações das médias para o peso de 100 sementes nos diferentes tratamentos, podem ser observadas na Tabela 6, onde, diferente da análise de variância, mostraram efeitos significativos para os tipos de água de irrigação.

**Tabela 6. Médias dos diferentes tratamentos para o peso de 100 sementes (g) (Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade)**

ADUBAÇÃO		IRRIGAÇÃO	
NPK	AP	EDT	
T01	55.00 bBC	61.00 aA	
T02	56.67 aB	56.00 aB	
T03	56.33 aB	55.00 aBCD	
T04	63.33 aA	51.33 bDEF	
T05	51.33 aCD	50.67 aEF	
T06	54.67 bBC	61.00 aA	
T07	53.67 aBCD	52.00 aCDEF	
T08	50.00 bD	54.33 aBCDE	
T09	55.67 aB	50.67 bEF	
T10	62.33 aA	55.33 bBC	
T11	50.33 aD	50.00 aF	
T12	50.67 bD	54.67 aBCD	
T13	55.67 aB	50.33 bF	

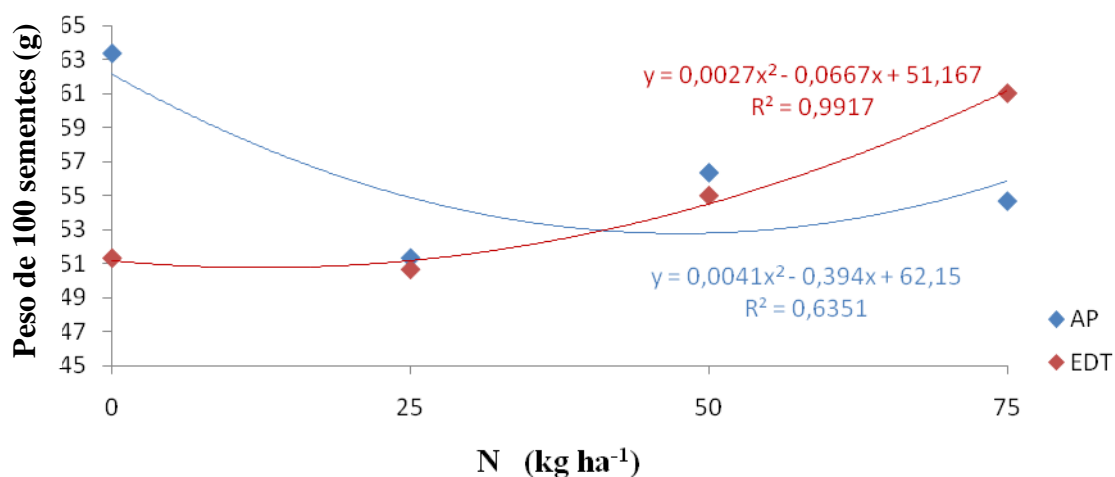
DMS para linhas = 2.2490 - Classificadas com letras minúsculas

DMS para colunas = 3.8953 - Classificadas com letras maiúsculas

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

Os maiores valores do peso de 100 sementes foram de 63,33g (T4 na dose 0N-60P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-50K<sub>2</sub>O kg ha<sup>-1</sup>), quando irrigadas com água de poço e 61g (T1 na dose 0 de NPK), quando irrigadas com esgoto doméstico tratado; e os menores valores foram de 50g (T8 na dose na dose 50N-30P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-50K<sub>2</sub>O kg ha<sup>-1</sup>) e 50g (T11 na dose 50N-60P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-25K<sub>2</sub>O kg ha<sup>-1</sup>), respectivamente para as parcelas irrigadas com água de poço e esgoto doméstico tratado. Esses resultados foram superiores aos observados por Capistrano, (2007) e Souza, (2007), e inferiores ao valor médio anunciado pela EMBRAPA (2006) para o peso de 100 sementes que foi de 68g.

As Figuras 20 a 22 mostram as respostas do peso de 100 sementes da BRS 149 nordestina em função das doses de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O e do tipo de água de irrigação usado na pesquisa.



**Figura 20.** Peso de 100 sementes da mamona BRS 149 nordestina em função das doses de N e águas de irrigação.



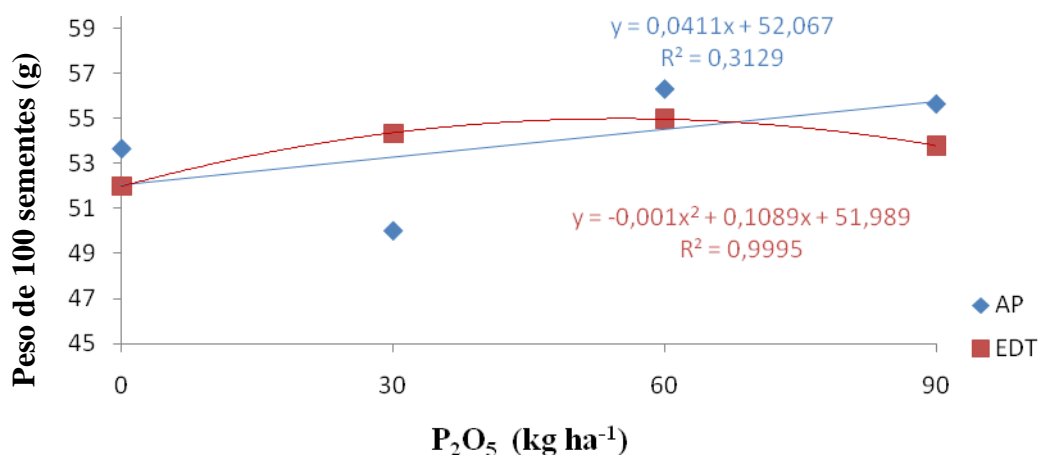


Figura 21. Peso de 100 sementes da mamona BRS 149 nordestina em função das doses de  $P_2O_5$  e águas de irrigação.

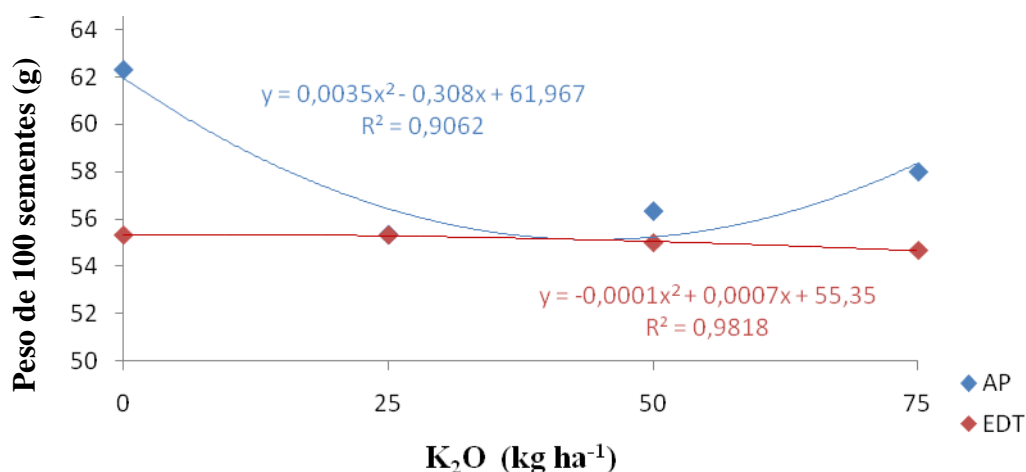


Figura 22. Peso de 100 sementes da mamona BRS 149 nordestina em função das doses de  $K_2O$  e águas de irrigação.

A Figura 20 mostra que houve um decréscimo do peso de 100 sementes em resposta à adubação nitrogenada quando as plantas foram irrigadas com água de poço, enquanto que uma tendência contrária foi verificada para as plantas irrigadas com esgoto doméstico tratado que tiveram respostas significativas de aumento do peso de 100 sementes. Na Figura 21, observa-se que não houve significância das respostas das doses de  $P_2O_5$  na irrigação com água de poço; o contrário se observou para as plantas irrigadas com esgoto doméstico tratado, que responderam ligeiramente a adubação até a dose de  $60P_2O_5\ kg\ ha^{-1}$  quando em seguida apresentou um efeito depressivo. Na Figura

22 observa-se que houve um decréscimo no peso de 100 sementes em resposta as doses de  $K_2O$  para os dois tipos de água de irrigação.

#### 4.6 Produtividade de sementes

Observando-se o resumo da análise de variância (Quadro 6), verifica-se que houve efeito significativo dos tipos de água de irrigação, das adubações e das interações entre elas sobre a produtividade de sementes da mamona.

**QUADRO 6. ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA PRODUTIVIDADE DE SEMENTES**

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	2	97675.17668	48837.58834	0.6832 ns
Irrigação (Ta)	1	2121908.30342	2121908.30342	29.6819 *
Resíduo-a	2	142976.53767	71488.26883	
Parcelas	5	2362560.01777		
Aubos (Tb)	12	7724288.75769	643690.72981	13.8599 **
Int. TaxTb	12	2146961.52889	178913.46074	3.8524 **
Resíduo-b	48	2229243.61923	46442.57540	
Total	77	14463053.92357		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ )

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

As comparações das médias da produtividade de sementes nos diferentes tratamentos podem ser observadas na Tabela 7.

**Tabela 7. Médias dos diferentes tratamentos para produtividade de sementes (Kg ha<sup>-1</sup>) (Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade)**

ADUBOS	IRRIGAÇÃO		
	NPK	AP	EDT
T01	790.09 aD	948.10 aBC	
T02	911.09 aCD	841.90 aBC	
T03	1908.60 aA	1164.01 bABC	
T04	820.24 aCD	972.76 aBC	
T05	1140.54 aBCD	767.29 bC	
T06	1817.20 aA	1402.40 bAB	
T07	1908.60 aA	992.59bBC	
T08	1854.10 aA	1264.20 bABC	
T09	1858.92 aA	1649.40aA	
T10	1407.40 aABC	1296.30 aABC	
T11	1553.07 aAB	901.19 bBC	
T12	960.49 aBCD	950.60 aBC	
T13	1822.20 aA	1313.50 bABC	

**DMS para linhas = 362.1141 Classificadas com letras minúsculas**

**DMS para colunas = 613.4009 Classificadas com letras maiúsculas**

**Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si.**

Os maiores valores de produtividade de sementes foram de 1908,6 Kg ha<sup>-1</sup> (T3 nas doses 50N-60P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-50K<sub>2</sub>O kg ha<sup>-1</sup> e T7 50N-0P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-50K<sub>2</sub>O kg ha<sup>-1</sup>) quando as plantas foram irrigadas com água de poço e 1649,4 Kg ha<sup>-1</sup> (T9 na dose 50N-90P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-50K<sub>2</sub>O kg ha<sup>-1</sup>) quando as plantas foram irrigadas com esgoto doméstico tratado. Os menores valores de produtividade de sementes foram de 790,1 Kg ha<sup>-1</sup> (T1 na dose 0 de NPK) e 767,2 Kg ha<sup>-1</sup> (T5 na dose 25N-60P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-50K<sub>2</sub>O kg ha<sup>-1</sup>), respectivamente para as parcelas irrigadas com água de poço e esgoto doméstico tratado. Esses resultados foram diferentes aos observados por Capistrano, (2007) que obteve as maiores médias (2250 Kg ha<sup>-1</sup>) para produtividade de sementes com as plantas irrigadas com esgoto doméstico tratado e (1559 Kg ha<sup>-1</sup>) para produtividade de sementes com plantas irrigadas com água de poço. Em pesquisa realizada na EMBRAPA/Semi-árido, com a BRS 149 nordestina irrigada por gotejamento (Drumond et al., 2006) obteve maiores médias na produtividade de sementes de 1732 Kg ha<sup>-1</sup>.

As Figuras 23 a 25 apresentam as respostas da produtividade de sementes da mamona BRS 149 nordestina em função das doses de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O e do tipo de água de irrigação usada na pesquisa.

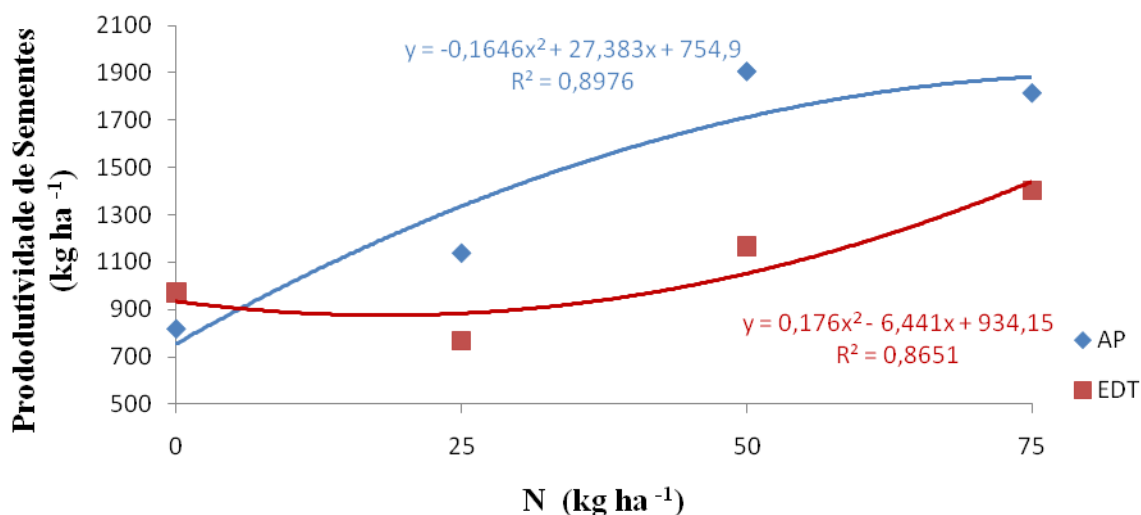


Figura 23. Produtividade de sementes da mamona BRS 149 nordestina em função das doses de N e águas de irrigação.

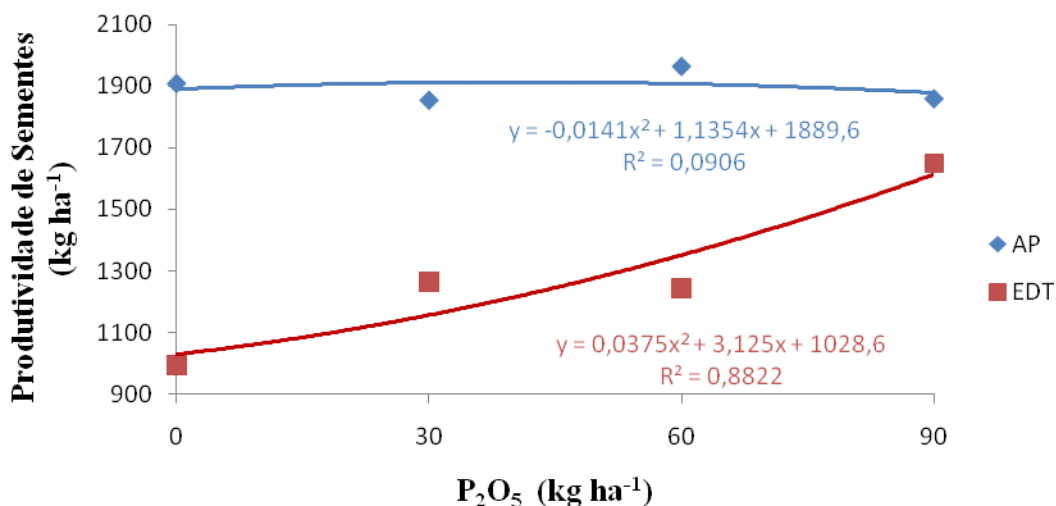
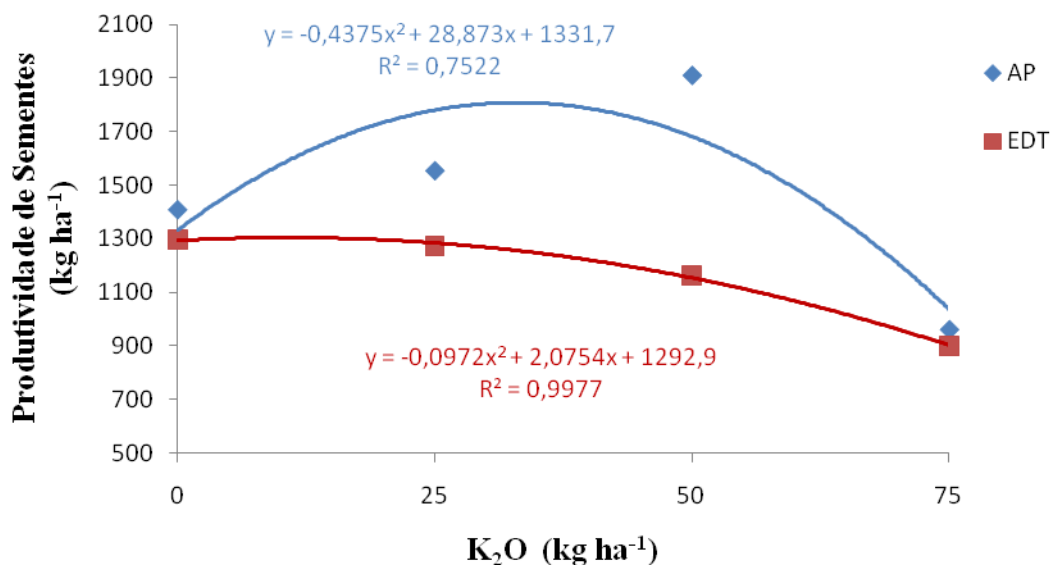


Figura 24. Produtividade de sementes da mamona BRS 149 nordestina em função das doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e águas de irrigação.



**Figura 25. Produtividade de sementes da mamona BRS 149 nordestina em função das doses de K<sub>2</sub>O e águas de irrigação.**

A Figura 23 mostra que houve uma tendência de aumento significativo da produtividade de sementes em resposta às doses de N aplicadas tanto nas plantas irrigadas com água de poço, como nas plantas irrigadas com esgoto doméstico tratado. Na Figura 24, observa-se que as doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> não causaram aumentos significativos da produtividade de sementes quando as plantas foram irrigadas com água de poço; diferentemente ocorreu quando as plantas foram irrigadas com esgoto doméstico tratado onde a tendência das doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> foi de aumentarem significativamente a produtividade de sementes. A Figura 25 mostra que na irrigação com água de poço as respostas das doses de K<sub>2</sub>O apresentaram aumento na produtividade de sementes; contudo sem significância até a dose 50 kg ha<sup>-1</sup> e para a maior dose 75 kg ha<sup>-1</sup> observou-se um efeito depressivo. Na irrigação com esgoto doméstico tratado as doses de K<sub>2</sub>O influenciaram significativamente reduzindo a produtividade de sementes.

O Quadro 7 mostra os valores gerais dos níveis de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O dentro de cada tipo de água de irrigação e as respostas das variáveis estudadas.

QUADRO 7. VALORES DOS NIVEIS DE N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O DENTRO DE CADA TIPO DE ÁGUA DE

DOSES N	IRRIGAÇÃO		DOSES P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	IRRIGAÇÃO		DOSES K <sub>2</sub> O	IRRIGAÇÃO	
	AP	EDT		AP	EDT		AP	EDT
DC	31,22 a	30,59 a	DC	29,36 a	33,19 a	DC	30,59 a	29,36 a
NRP	2,32 a	2,31 a	NRP	2,82 a	2,79 a	NRP	2,60 a	2,71 a
NFR	42,91 a	34,58 b	NFR	44,75 a	34,58 b	NFR	36,58 a	28,91 a
NGP	1,65 a	1,32 a	NGP	2,03 a	1,66 b	NGP	1,61a	1,67 a
P100S	55,00 a	53,75 a	P100S	51,25 a	52,50 a	P100S	53,75a	53,71a
PRODS	1421,62 a	1077,58 a	PRODS	1896,42 a	1287,28 b	PRODS	1457,39 a	1158,16 a

IRRIGAÇÃO E RESPOSTAS DAS VARIÁVEIS ESTUDADAS.(Tukey ao nível 5% de probabilidade)

Observa-se que na adubação nitrogenada somente o número de frutos por racemo sofreu efeito significativo em função do tipo de água de irrigação, com melhor resultado quando a irrigação foi da água de poço. Na adubação fosfatada além do efeito significativo para o número de frutos por racemo, mais dois componentes: (a) número de grãos por planta e (b) produtividade de sementes, foram influenciados significativamente pelo tipo de água de irrigação, com valores mais elevados quando utilizou-se a água de poço. Os tipos de águas de irrigação usados no estudo não influenciaram significativamente as variáveis estudadas, quando variou-se a adubação potássica.

## 5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no experimento, pode-se concluir:

- 1- A adubação NPK influencia significativamente a produção e a produtividade da mamona.
- 2- A adubação nitrogenada é a mais eficiente causando as mais elevadas respostas de produção da mamona em ambos os tipos de água de irrigação.
- 3- A adubação NPK influencia negativamente o peso de 100 sementes da mamona quando irrigada com esgoto doméstico tratado.
- 4- O diâmetro caulinar da mamona não é influenciado pelos tipos de água de irrigação nem pelas combinações de adubação.
- 5- Os tipos de água de irrigação influenciam a produção e a produtividade da mamoneira adubada com NPK.
- 6- A água de poço é mais eficiente na irrigação da mamona adubada com NPK
- 7- O esgoto doméstico tratado pode ser usado na irrigação da mamona.

## 6. REFERÊNCIAS

- ALVAREZ V., V. H.; ALVAREZ M., G. A. Boletim técnico – Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Volume 28, número 3, setembro/dezembro 2003
- AMORIM NETO, M. da S.; ARAÚJO, A.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. p. 37-61.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP, Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/biocombustiveis/biocombustiveis.asp>> Acesso em 23 de agosto de 2009.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP, Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=40787&m=biodiesel&t1=&t2=biodiesel&t3=&t4=&ar=0&ps=1&cachebust=1295454749199>> acesso em 19/01/2011
- SOUZA, A. dos S. Manejo cultural da mamoneira: época de plantio, irrigação, espaçamento e competição de cultivares. Tese de doutorado em Agronomia da Universidade Federal do Ceará – UFC, 2007.
- ANTHONISEN, D. Sistema de Produção da Mamona. Sistema de produção, 11 ISSN 1806-9207 – Versão eletrônica -novembro 2007. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mamona/SistemaProducaoMamona/co\\_produtos.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mamona/SistemaProducaoMamona/co_produtos.htm)> - Acesso em 30 de agosto de 2009.
- AZEVEDO, D. M. P. de et al. Recomendações técnicas para o cultivo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) no Nordeste do Brasil. Campina Grande: EMBRAPA Algodão, 1997. 52 p. (CNPQ: Circular Técnica, 25).



AZEVEDO, D. M. P.; GONDIM, T. M. S. Cultivo da Mamona. Sistemas de Produção, 4 - 2a. edição ISSN 1678-8710 Versão Eletrônica setembro/2006. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mamona/CultivodaMamona\\_2ed/climasolo.html](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mamona/CultivodaMamona_2ed/climasolo.html)> - Acesso em 25 de agosto de 2009.

AZEVEDO, L. P. de; OLIVEIRA, E. L. de. Efeitos da aplicação de efluente de tratamento de esgoto na fertilidade do solo e produtividade de pepino sob irrigação Subsuperficial. Eng. Agríc., Jaboticabal, v.25, n.1, p.253-263, jan./abr. 2005.

BARRETO, A. N.; NASCIMENTO, J. J. V. R. do; NOBREGA, J. A. da; MEDEIROS, E. P. de; BEZERRA, J. R. C. Influência da água residuária sobre o crescimento da mamoneira BRS Energia. III Congresso Brasileiro de Mamona - Energia e Ricinoquímica, 2008.

BASTOS, R. K. X. (1996). Reuso de Efluentes. Anais do Seminário Internacional Tendências no Tratamento Simplificado de Águas Residuárias Domésticas e Industriais, p. 222-236.

BASTOS, C. S.; SOARES, J. J.; ARAÚJO, L. H. A. Cultivo da Mamona. Sistemas de Produção, 4 - 2a. edição ISSN 1678-8710 Versão Eletrônica setembro/2006. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mamona/CultivodaMamona\\_2ed/pragas.html](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mamona/CultivodaMamona_2ed/pragas.html)> - Acesso em 25 de agosto de 2009.

BELTRÃO, N. E. de M.; CARDOSO, G. D. Informações sobre o sistema de produção utilizados na ricinocultura na região Nordeste, em especial o semi-árido e outros aspectos ligados a sua cadeia. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006, 6 p. (Comunicado Técnico, 213).

BELTRÃO, N.E. de M.; GONDIM, T. M. S. Cultivo da Mamona. Sistemas de Produção, 4 - 2a. edição ISSN 1678-8710 Versão Eletrônica setembro/2006. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mamona/CultivodaMamona\\_2ed/adubacao.html](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mamona/CultivodaMamona_2ed/adubacao.html)> - Acesso em 25 de Agosto de 2009.

BELTRÃO, N.E. de M.; SILVA, L.C. Os múltiplos uso do óleo da mamoneira (*Ricinus communis* L.) e a importância do seu cultivo no Brasil. *Fibras e Óleos*, Campina Grande, n. 31, p. 7, 1999.

BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, L. C.; MELO, F. B. Cultivo da mamona (*Ricinus communis* l.) consorciada com feijão-caupi [*vigna unguiculata* (L.) Walp] para o semi-árido nordestino, em especial do Piauí. Campina Grande: Embrapa-Algodão CPAMN, 2002. 44p. (CNPA: Documentos, 97).

BELTRÃO, N.E. de M.; SILVA, L.C. ; VASCONCELOS, O.L.; AZEVEDO, D.M.P. de; 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. p. 37-61.

CAPISTRANO, I. R. N. Efeitos da adubação nitrogenada sobre a produção da mamona irrigada com água e efluente de esgoto tratado. 2007. 49 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

CARLOS, J. A. Efeito de diferentes fontes de nitrogênio e respostas da mamona irrigada com esgoto doméstico tratado e água de poço. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, 2009.

CARTAXO, W. V. et al. O cultivo da mamona no semi-árido brasileiro. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 20p. (CNPA: Circular Técnica, 77).

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL – CATI, Cultura da Mamona. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/novacati/intranet/Tecnologias/culturas/mamona.html>> - Acesso em 21 de agosto de 2009.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB, Grãos Safra 2008/2009 – Décimo Primeiro Levantamento/ agosto/2009.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB, Boletim Agrometeorológico, abril/2009.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB

<[http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=526&t=2&Pagina\\_objcmsconteudos=12#A\\_objcmsconteudos](http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=526&t=2&Pagina_objcmsconteudos=12#A_objcmsconteudos)> acesso em 19/01/2011

DRUMOND, M. A.; ANJOS, J. B.; MILANI, 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., 2006, Aracaju. **Anais...**Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 1 CD-ROM.

EMBRAPA ALGODÃO. BRS – 149 Nordestina. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2002. 1 folder. (2002)

EMBRAPA – ALGODÃO, Mamona. Disponível em: <<http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/cultivares.html>> - Acesso em 22 de agosto de 2009.

FUNDAÇÃO DE AMPARO A PESQUISA DO ESTADO DA BAHIA – FAPESB, Qualidade da mamona baiana é destaque no congresso. Disponível em: <<http://www.fapesb.ba.gov.br/cti/noticias/noticia.2008-08-06.7656621428/?=mamona>> -Acesso em 21 de agosto de 2009.

FREIRE, R. M. M., Sistemas de Produção, 4 - 2a. edição ISSN 1678-8710 Versão Eletrônica setembro/2006. Disponível em:<[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mamona/CultivodaMamona\\_2ed/oleo.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mamona/CultivodaMamona_2ed/oleo.htm)> - Acesso em 25 de agosto de 2009.

HEMERLY, F.X., Mamona: comportamento e tendências no Brasil. Brasília, Embrapa-DID, 1981. 69p. (EMBRAPA-DTC. Documentos, 2).

HESPANHOL, I. Potencial de reúso de água no Brasil - agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. In: MANCUSO, C. S. A.; SANTOS, H. F. (Editores). Reúso de água. Barueri, SP: Manole, 2003. p.37-95.

HESPANHOL, I. Saúde pública e reúso agrícola de esgotos e biossólidos. In: MANCUSO, C. S. A.; SANTOS, H. F. (eds.). Reúso de água. Barueri: Manole, 2003.

p.97-123.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, Levantamento Sistemático da Produção Agrícola – Confronto safra 2008/2009. Mês de referência junho de 2009.

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*, Amsterdam, v. 11, p. 227-237, 1999. Disponível em: <http://www.elsevier.com/locate/eja>

LAVRADOR FILHO, J. Contribuição para o entendimento do reuso planejado da água e algumas considerações sobre suas possibilidades no Brasil. Dissertação de mestrado. Escola Politécnica da USP, São Paulo, 1987.

LEON, S. G.; CAVALLINI, J. M. Tratamento e uso de águas residuárias; Tradução de H. R. Gheyi; A. König; B. S. O. Ceballos; F. A. V. Damasceno. Campina Grande: UFPB. 1996.

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.

MELO, F. de B.; MILANI, M.; CARDOSO, M. J.; ANDRADE JR, A. S. de; RIBEIRO, V. Q. Comportamento produtivo de genótipos de mamoneira em baixa altitude em monocultivo e consorciados com feijão-caupi. III Congresso Brasileiro de Mamona - Energia e Ricinoquímica, 2008.

MONTE, M.H.F; SOUSA, M.S. Effect on crop of irrigation with facultative pond effluent. *Water Science and Technology*, Oxford. v.26, n.7/8, p. 1603-1613, 1992.

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

MOTA, S. Aplicação de Esgoto Doméstico em Irrigação. Tese para Concurso de Professor Titular. Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1980.

MOTA, S; AQUINO, M. D. de; SANTOS, A. B. dos. Reúso de águas em irrigação e piscicultura. Universidade Federal do Ceará/ Centro de Tecnologia. ISBN 978-85-7563-300-7. 350p, 2007.

MOTA, S; BEZERRA, F. C.; TOMÉ, L. M. Avaliação do desempenho de culturas irrigadas com esgotos tratados. In: 19<sup>a</sup>. Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 14-19 set. Foz do Iguaçu, 1997. Rio de Janeiro, ABES, CD-Rom , p. 20-25, 1997.

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

REZENDE, A.A.P. Fertirrigação do Eucalipto com Efluente Tratado de Fábrica de Celulose Kraft Branqueada. Viçosa, UFV. 152p, 2003, (Tese de Doutorado).

RODRIGUES, R. F. de O.; OLIVEIRA, F. de; FONSECA, A. M. As folhas de palma Christi-Ricinus communis L. Euphorbiaceae Jussie. Revista Lecta, Bragança Paulista, v. 20, n. 2, p.183-194, 2002.

SAVY FILHO, A. Mamona. In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 1996. p. 201. (Instituto Agrônômico. Boletim Técnico, 100).

SAVY FILHO, A; BANZATTO, N. V.; VEIGA, R. F. de A.; CHIAVEGATO, E. J.; CAMARGO, C. E. de O.; CAMPO-DALL'ORTO F. A.; GODOY, I. J. de; FAZUOLI, L. C.; CARBONEL, S. A. M.; SIQUEIRA, W. J. **Descritores mínimos para o registro institucional de cultivares:** Mamona. Campinas: IAC, 1999. 7p. (Documentos IAC, 61).

SCIVITTARO, W. B.; PILLON, C. N. Sistema de Produção da Mamona. Sistema de produção, 11 ISSN 1806-9207 – Versão eletrônica -novembro 2007. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mamona/SistemaProducaoMamona/correcao.htm>> - Acesso em 30 de agosto de 2009.

SILVA, S. D. dos A. e; CASAGRANDE JR, J. G.; AIRES, R. F. Sistema de Produção da Mamona. Sistema de produção, 11 ISSN 1806-9207 – Versão eletrônica - novembro 2007. Disponível em : <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mamona/SistemaProducaoMamona/cultivares.htm>> - Acesso em 30 de agosto de 2009.

SILVA, W.J. da. Aptidões climáticas para as culturas do girassol, mamona e amendoim. Informe Agropecuário, v. 7 n. 82, p. 24-33, aut. 1981.

SEVERINO, L.S. O que sabemos sobre a torta de mamona, Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 31 p. (Embrapa Algodão. Documentos, 134)

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.de M. Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com macronutrientes e micronutrientes. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.41, p.563-568, 2006.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10. Ed. Porto Alegre: SBCS, 2004. 400 p.

SOFIATTI, V.; SEVERINO, L. S.; GONDIM, T. M. S.; FREIRE, M. A. de O.; SAMPAIO, L. R.; VALE, L. S. do; LUCENA, A. M. A. de; SILVA, D. M. A. Adubação da mamoneira da cultivar BRS Energia. III Congresso Brasileiro de Mamona - Energia e Ricinoquímica, 2008.

SOUZA, A. dos S. Manejo cultural da mamoneira: época de plantio, irrigação, espaçamento e competição de cultivares. Tese de doutorado em Agronomia da Universidade Federal do Ceará – UFC, 2007.

SOUSA, J. T. de; LEITE, V.D. Tratamento e Utilização de Esgotos Domésticos na Agricultura. Campina Grande: Ed. EDUEP, 135p. 2003.

SOUZA, N., C.; MOTA, S. B.; BEZERRA, F M. L.; AQUINO B. F.; SANTOS, A. B. Produtividade da mamona irrigada com esgoto doméstico tratado . Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambientalv.14, n.5, p.478–484, 2010.

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

VASQUEZ-MONTIEL, O ; HORAN, N.J. ; MARA, D.D. Management of wastewater for reuse in irrigation. Water Science and Technology, Oxford. v. 33, n. 10-11, p. 355-362,1996.

WEISS, E.A. Castor. In: WEISS, E.A. Oilseed crops. London: Longman, 1983, p. 31-99.

## **7. ANEXOS**



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ  
SRH/FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E  
RECURSOS HÍDRICOS - FUNCEME

LABORATÓRIO DE SOLOS/ÁGUA

CAMPUS DO PICI - BLOCO 807 - CAIXA POSTAL 12168 - CEP 60021 - 970 - FORTALEZA - CE (Fone/Fax: (085) 3366 9689)

**Interessado:** DIEGO – PROF. BOANERGES

**Procedência:** Aquiraz - Ceará

**Perfil:** A1  
AP

**Data** 22 / 04 /  
2010

**RESULTADOS DA ANÁLISE DE SOLO**

Amostra	Horizonte		Composição Granulométrica (g/kg)					Classificação		
	Símbolo	Prof (cm)	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Argila Natural	Textural		
2010 – 288	--	0 - 30	595	348	37	20	14	Areia		
2010 – 289	--	0 - 60	544	382	51	23	14	Areia		
Grau de Floculação (g/100g)	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )		Umidade (g/100g)			pH		C.E (dS/m)		
	Global	Partícula	0,033 MPa	1,5 MPa	Água Útil	Água	KCl			
30	1,62	2,62	2,73	1,81	0,92	5,7	--	0,28		
39	1,63	2,58	2,35	1,74	0,61	5,8	--	0,14		
Complexo Sortivo (cmolc./kg)								V (%)	m (%)	PST
Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup>	S	T			
0,70	0,50	0,03	0,08	1,32	0,15	1,3	2,6	50	10	1
0,70	0,60	0,03	0,04	1,49	0,25	1,4	2,8	48	15	1
C (g/kg)	N (g/kg)	C/N	M O (g/kg)	P Assimilável (mg/kg)	OBSERVAÇÕES					
4,02	0,41	10	6,93	28						
2,46	0,20	12	4,24	9						

• **Responsável:**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO				GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SRH/FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS - FUNCEME							
LABORATÓRIO DE SOLOS/ÁGUA											
CAMPUS DO PICI - BLOCO 807 - CAIXA POSTAL 12168 - CEP 60021 - 970 - FORTALEZA - CE (Fone/Fax: (085) 3366 9689)											
Interessado: DIEGO – PROF. BOANERGES											
Procedência: Aquiraz - Ceará							Perfil: A2 EDT	Data 22 / 04 / 2010			
RESULTADOS DA ANÁLISE DE SOLO											
Amostra	Horizonte		Composição Granulométrica (g/kg)					Classificação Textural			
	Símbolo	Prof (cm)	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Argila Natural				
2010 – 290	--	0 - 30	460	450	60	29	17	Areia			
2010 – 291	--	0 - 60	524	380	57	39	16	Areia			
Grau de Floculação (g/100g)	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )		Umidade (g/100g)			pH		C.E (dS/m)			
	Global	Partícula	0,033 MPa	1,5 MPa	Água Útil	Água	KCl				
41	1,64	2,61	2,94	1,91	1,03	5,7	--	0,24			
59	1,61	2,56	2,78	1,79	0,99	5,7	--	0,15			
Complexo Sortivo (cmol <sub>c</sub> /kg)											
Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup>	S	T	V (%)	m (%)	PST	
0,70	0,60	0,03	0,07	1,32	0,15	1,4	2,7	52	10	1	
0,40	0,60	0,04	0,07	1,15	0,25	1,1	2,3	48	19	2	
C (g/kg)	N (g/kg)	C/N	M O (g/kg)	P Assimilável (mg/kg)	OBSERVAÇÕES						
4,02	0,33	9	5,27	32							
1,98	0,20	10	3,41	20							

• Responsável:

<b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ</b> CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO	<b>GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ</b> SRH/FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS - FUNCEME
LABORATÓRIO DE SOLOS/ÁGUA	
CAMPUS DO PICI - BLOCO 807 - CAIXA POSTAL 12168 - CEP 60021 - 970 - FORTALEZA - CE (Fone /Fax (085) 33669689)	

Interessado Diêgo Borges	
Procedência Aquiraz-Ceará	Data: 14/07/2010

## RESULTADOS DA ANÁLISE DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO

Laboratório (Nº)	Remetente (Marca)	Cátions (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )					Ânions (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )				
		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Σ	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Σ
2010-006/4	054	0,4	0,7	1,3	0,2	2,6	1,8		0,9		2,7
Água de Poço											
CE (dS m <sup>-1</sup> )	RAS	pH	Sólidos Dissolvidos (mg L <sup>-1</sup> )			Classificação	Observações				
0,27	1,76	6,6	270			C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>					

### CLASSIFICAÇÃO DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO

#### Significância das Categorias de Salinidade

- C<sub>1</sub>** Água de baixa salinidade. Pode ser utilizada para fins de irrigação da maioria das culturas e solos, com pouco perigo de risco de salinidade
- C<sub>2</sub>** Água com salinidade média. Pode ser utilizada, se uma quantidade moderada de lixiviação ocorrer. Na maioria dos casos, plantas com uma tolerância ao sal podem ser cultivadas sem considerações especiais.
- C<sub>3</sub>** Água de alta salinidade. Não pode ser utilizada em solos com drenagem deficiente e deve ser aplicada somente em culturas com uma alta tolerância ao sal.
- C<sub>4</sub>** Água de salinidade muito alta. Não é adequada para irrigação comum. Se entretanto, culturas com uma tolerância muito alta ao sal forem cultivadas em solos altamente permeáveis e bem drenados e se um excesso de água de irrigação é utilizada, a fim de prover uma copiosa lixiviação, o seu uso deve ser levado em consideração.

#### Significância das Categorias de Sódio

- S<sub>1</sub>** Água com baixo conteúdo de sódio. Pode ser usada para irrigação em quase todos os tipos de solos. Entretanto, certas culturas que são altamente sensíveis a sódio podem ser afetadas.
- S<sub>2</sub>** Água com conteúdo médio de sódio. Pode ser usada em solos de boa textura, contendo gesso em abundância. Não deve ser utilizada em solos de fina textura, com alta capacidade de troca de cátions, particularmente sob baixas condições de lixiviação.
- S<sub>3</sub>** Água com alto conteúdo de sódio. Pode causar considerável dano por sódio à maioria dos solos, porém pode ser aplicada sob certas condições bastante restritas.
- S<sub>4</sub>** Água com conteúdo de sódio muito elevado. Geralmente insatisfatória para fins de irrigação, exceto talvez à baixa salinidade e sob condições bastantes restritas.

### CLASSIFICAÇÃO DA ÁGUA PARA O USO ANIMAL

Classificação	Sólidos dissolvidos (mg L <sup>-1</sup> )
• BOA	< 2.500
• SATISFATÓRIA	2.500 - 3.500
• POBRE	3.500 - 4.500
• INSATISFATÓRIA	> 4.500

Responsável:

<b>UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ</b> CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO	<b>GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ</b> SRH/FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS - FUNCEME
LABORATÓRIO DE SOLOS/ÁGUA	
CAMPUS DO PICI - BLOCO 807 - CAIXA POSTAL 12168 - CEP 60021 - 970 - FORTALEZA - CE (Fone /Fax (085) 33669689)	

Interessado Diêgo Borges

Procedência Aquiraz-Ceará

Data: 14/07/2010

**RESULTADOS DA ANÁLISE DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO**

Laboratório (Nº)	Remetente (Marca)	Cátions (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )					Ânions (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )				
		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Σ	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Σ
2010-006/5	055	2,4	1,3	3,5	0,6	7,7	4,2		3,6		7,8
Esgoto Tratado											
CE (dS m <sup>-1</sup> )	RAS	pH	Sólidos Dissolvidos (mg L <sup>-1</sup> )			Classificação	Observações				
0,77	2,58	6,7	770			C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>					

**CLASSIFICAÇÃO DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO***Significância das Categorias de Salinidade*

- C<sub>1</sub>** Água de baixa salinidade. Pode ser utilizada para fins de irrigação da maioria das culturas e solos, com pouco perigo de risco de salinidade
- C<sub>2</sub>** Água com salinidade média. Pode ser utilizada, se uma quantidade moderada de lixiviação ocorrer. Na maioria dos casos, plantas com uma tolerância ao sal podem ser cultivadas sem considerações especiais.
- C<sub>3</sub>** Água de alta salinidade. Não pode ser utilizada em solos com drenagem deficiente e deve ser aplicada somente em culturas com uma alta tolerância ao sal.
- C<sub>4</sub>** Água de salinidade muito alta. Não é adequada para irrigação comum. Se entretanto, culturas com uma tolerância muito alta ao sal forem cultivadas em solos altamente permeáveis e bem drenados e se um excesso de água de irrigação é utilizada, a fim de prover uma copiosa lixiviação, o seu uso deve ser levado em consideração.

*Significância das Categorias de Sódio*

- S<sub>1</sub>** Água com baixo conteúdo de sódio. Pode ser usada para irrigação em quase todos os tipos de solos. Entretanto, certas culturas que são altamente sensíveis a sódio podem ser afetadas.
- S<sub>2</sub>** Água com conteúdo médio de sódio. Pode ser usada em solos de boa textura, contendo gesso em abundância. Não deve ser utilizada em solos de fina textura, com alta capacidade de troca de cátions, particularmente sob baixas condições de lixiviação.
- S<sub>3</sub>** Água com alto conteúdo de sódio. Pode causar considerável dano por sódio à maioria dos solos, porém pode ser aplicada sob certas condições bastante restritas.
- S<sub>4</sub>** Água com conteúdo de sódio muito elevado. Geralmente insatisfatória para fins de irrigação, exceto talvez à baixa salinidade e sob condições bastantes restritas.

**CLASSIFICAÇÃO DA ÁGUA PARA O USO ANIMAL**

Classificação	Sólidos dissolvidos (mg L <sup>-1</sup> )
• BOA	< 2.500
• SATISFATÓRIA	2.500 - 3.500
• POBRE	3.500 - 4.500
• INSATISFATÓRIA	> 4.500

**Responsável:**

## CROQUI

Irrigação AP													Irrigação EDT												
T08	T13	T05	T04	T12	T01	T11	T02	T10	T07	T09	T06	T03	T02	T08	T11	T13	T01	T04	T10	T05	T12	T09	T03	T06	T07
T11	T02	T09	T10	T05	T03	T06	T03	T08	T12	T04	T07	T13	T01	T05	T06	T12	T02	T08	T04	T13	T03	T10	T07	T11	T09
T07	T01	T08	T11	T04	T13	T12	T01	T05	T06	T10	T09	T02	T03	T02	T07	T04	T13	T06	T12	T09	T08	T05	T11	T10	T01

Parcela irrigada AP   
  Parcela irrigada EDT   
  Sub-parcelas (doses)