



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
COPEAG - COORD. DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENG. AGRÍCOLA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

Tese de Doutorado

DOSES DE NITROGÊNIO E CONTEÚDO DE ÁGUA NO SOLO
NO CULTIVO DA MAMONEIRA VARIEDADE BRS
ENERGIA

MARDEL RODRIGUES DA PAIXÃO

Biblioteca UFCG
SMBC_CDSA
CAMPUS DE SUMÉ
Reg.10428/12

Campina Grande
Paraíba

SE
(043.2)
19d
01



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**



PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

DOUTORADO

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

**DOSES DE NITROGÊNIO E CONTEÚDO DE ÁGUA NO
SOLO NO CULTIVO DA MAMONEIRA VARIEDADE BRS
ENERGIA**

TESE

FRANCISCO JARDEL RODRIGUES DA PAIXÃO

UFCC - BIBLIOTECA

**CAMPINA GRANDE-PB,
AGOSTO DE 2010**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**DOSES DE NITROGÊNIO E CONTEÚDO DE ÁGUA NO
SOLO NO CULTIVO DA MAMONEIRA VARIEDADE BRS
ENERGIA**

**FRANCISCO JARDEL RODRIGUES DA PAIXÃO
ENGENHARIA AGRÍCOLA**

Tese apresentada ao curso de Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, PB, em cumprimento as exigências para obtenção do Título de *Doctor Scientiae* em Engenharia Agrícola.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO

ENGENHARIA DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

ORIENTADORES

Carlos Alberto Vieira de Azevedo – PhD/UAEA/CTRN/UFCG

Napoleão E. de M. Beltrão – Dr. CNPA/EMBRAPA

**CAMPINA GRANDE-PB,
AGOSTO DE 2010**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

P149d PAIXÃO, Francisco Jardel Rodrigues da

Doses de nitrogênio e conteúdo de água no solo da mamoeira variedade brs energia /
Francisco Jardel Rodrigues da Paixão . –

Campina Grande, 2010.

70 fs. ; il.

Orientador: Carlos Alberto Vieira de Azevedo e Napoleão Esberad Macedo Beltrão.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de
Tecnologia e Recursos Naturais.

Inclui bibliografia

1. Biodiesel. 2. Adubação orgânica. 3. Água no solo

CDD: 631.86




PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA TESE DO DOUTORANDO

Francisco Jardel Rodrigues da Paixão

DOSES DE NITROGÊNIO E CONTEÚDO DE ÁGUA NO SOLO NO CULTIVO DA
MAMONEIRA, VARIEDADE BRS ENERGIA

BANCA EXAMINADORA

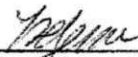
PARECER


Dr. Carlos Alberto Vieira de Azevedo – Orientador

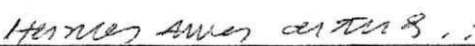
APROVADO


Dr. Napoleão Esberard de M. Beltrão – Orientador

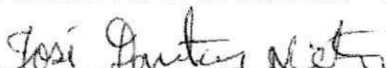
APROVADO


Dr. José Renato Cortez Bezerra – Examinador

APROVADO


Dr. Hermes Alves de Almeida – Examinador

APROVADO


Dr. José Dantas Neto - Examinador

APROVADO


Dra. Maria Sallydelândia S de Farias - Examinadora

APROVADO

UFCC - BIBLIOTECA

JULHO- 2010

Dedico ao GRANDE ARQUITETO DO UNIVERSO e a meus pais: *Fco. Adonilson da Paixão e Valdeniza Rodrigues da Paixão*, que sempre estiveram ao meu lado, como referencial de moral, ética, e mim encorajando nas horas de maior dificuldades.

EM HOMENAGEM

A minha companheira e esposa *Ticiane L. Costa*, que além de estar ao meu lado nesses longos anos, encorajando e ajudando de forma incondicional, mim presenteou, com nosso filho *Davi Costa da Paixão*, ao decorrer de meu curso de Doutorado, motivando ainda mais nesta trajetória.

OFEREÇO E DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Grande Arquiteto do Universo e a minha família, meu Pai *Francisco Adonilson da Paixão* e minha mãe, *Valdeniza Rodrigues da Paixão*, meus incentivadores constantes. A minha esposa, Ticianá, que desde minha graduação tem sido minha grande companheira e incentivadora na vida acadêmica e profissional.

Aos meus orientadores, Prof. Dr. Napoleão E. de M. Beltrão e Prof. Dr. e Carlos Alberto V. de Azevedo, pela atenção dedicando horas e horas de seus preciosos tempo na transmissão de conhecimentos, e sabedoria.

Aos Professores da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola José Dantas Neto, Vera Lúcia Antunes, Hugo Orllando C. Guerra e Josivanda P. Gomes (1º. Prof. do DEAg que conheci) pela atenção, amizade e contribuição durante o curso.

À Universidade Federal de Campina Grande que possibilitou a realização do curso de Doutorado.

Ao Instituto Centro de Ensino Tecnológico do Ceará – CENTEC que possibilitou meu curso de Graduação em Recursos Hídricos e Irrigação que o início de minha carreira profissional.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico pela Concessão de minha bolsa de doutorado e financiamento da pesquisa em campo.

Ao Centro Nacional de Pesquisas de algodão (EMBRAPA/CNPA), em especial ao funcionários do campo experimental de Barbalha-CE, (**Gildo e Ramon**) pelas incansáveis ajudas na logística da implantação e condução da pesquisa em campo. Aos pesquisadores **Dr. Jose Renato C. Bezerra e MSc. Jose R. Pereira**, que desde o final de minha graduação são bons conselheiros e acompanhadores de minha trajetória profissional.

Ao Diretor da Fatec Cariri Prof. MSc. **Raimundo Sá Macedo**, e o Coordenador do Curso Superior em Irrigação e Drenagem **Prof. Dr. Manoel Navaro Vasques** pela liberação dos alunos de graduação: Edina, Ionio, Natalia, Izaquel, que muito contribuirão com a coleta dos dados de campo.

Ao grande amigo Damiano (trabalhador rural) que tive o prazer de conhecê-lo nos trabalhos de campo e sempre esteve ao meu lado ajudando nos eventos de irrigação e tratos culturais do experimento.

A construção de boas amizades de Tarcisio, Gildo, Ramon, Everaldo, Vidal, Celio dentro outros da Estação Experimental de Barbalha-CE.

A todos os funcionários e técnicos do DEAg, em especial aos do Laboratório de Irrigação e Salinidade (MSc. José Maria da Silva, DSc. Adilson David Barros, Sr. Pedro, Chico, Wilson e Doutor) que sempre estiveram prontos para me auxiliar.

Aos meus colegas Manasses, Magnolia, Cícero Cordão, Ricardo e Lucio, pelos momentos de discussões, formação de grupos de estudos, e descontração extremamente proveitosas e engrandecedores, em especial à meu conterrâneo João Vianey, por não ter sido não apenas um colega e, sim, um grande amigo.

Ao Dr. Euler Franco e Dra. Vanda Maria, pela amizade fraternidade e atenção prestadas de forma incondicional ao longo dos meus 5 anos nessa Universidade, meu muito obrigado.

Ao Prof. Dr. Frederico Loureiro Soares e Prof. Dr. Ant. Ricardo dos Santos de Andrade, pela dedicação do seu tempo estando sempre pronto a ajudar e contribuir com o engrandecimento deste trabalho e dois grandes amigos que conquistei nesta universidade.

Aos meu amigos e colegas do Instituto Centec / Fatec Sertão Central, agradeço a todos na pessoa de Maria Alzenira, (Nira Pinheiro).

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	xi
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
1.0. INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 Mamoneira	17
2.2 Variedades de mamona	17
2.3 Óleo de mamona	18
2.4 Torta de mamona	19
2.5 Importância econômica da mamoneira	19
2.5.1 Preços e mercados	20
2.6 Adubação Nitrogenada	20
2.6.1 Adubação Orgânica	21
2.7 Disponibilidade de água	22
2.8 Manejo da irrigação via conteúdo de água do solo (Uso da Reflectometria no Domínio do Tempo, TDR)	23
3.0 MATERIAL E MÉTODO	24
3.1 Localização e descrição da área experimental	25
3.2 Plantio e práticas culturais	27
3.3 Delineamento experimental	29
3.4 Manejo e controle da irrigação	30
4.5 Variáveis analisadas	31
3.5.1 Altura de plantas e diâmetro caulinar	31
3.5.2 Número de folhas vivas	32
3.5.4 Componentes de produtividade	32
3.6 Análise estatística	33
4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1 Altura de plantas	34
3.2 Número de folhas	39
4.3 Diâmetro caulinar	42
4.4 Área foliar	47
4.5 Comprimento do cacho e Número de frutos por cacho	52
4.6 Produtividade de sementes e rendimento de óleo	56
5.0 CONCLUSÕES	61
6.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Caracterização física e química dos solos das áreas analisadas do Campo Experimental da Embrapa Algodão, Barbalha, CE 2008	26
Tabela 2.	Níveis de matéria orgânica aplicados no solo, em função das doses de nitrogênio por hectare, para a fonte de matéria orgânica (Torta de mamona) estudada, Campina grande, PB, 2008	30
Tabela 3.	Resumo das análises de variância da altura de plantas (AP) da mamoneira (BRS Energia) sob diferentes níveis de irrigação e doses de adubação nitrogenada aos 20, 35, 50, 65, 80, 95 e 110, dias após emergência (DAE). Barbalha, CE, 2008	34
Tabela 4.	Valores dos parâmetros e coeficientes de determinação das regressões, para a variável altura de plantas (AP), Barbalha, CE, 2008	36
Tabela 5.	Resumo das análises de variância do número de folhas por planta (NF) da mamoneira (BRS Energia) sob diferentes níveis de irrigação e doses de adubação nitrogenada aos 20, 35, 50, 65, 80, 95 e 110, dias após emergência (DAE). Barbalha, CE, 2008	39
Tabela 6.	Valores dos parâmetros (A, B e C) e coeficientes de determinação (R ²) das regressões, para a variável numero de folhas (NF), Barbalha, CE, 2008	40
Tabela 7.	Resumo das análises de variância do diâmetro caulinar (DC) da mamoneira (BRS Energia) sob diferentes níveis de irrigação e doses de adubação nitrogenada aos 20, 35, 50, 65, 80, 95 e 110, dias após emergência (DAE). Barbalha, CE, 2008	43
Tabela 8.	Valores dos parâmetros (A, B e C) e coeficientes de determinação (R ²) das regressões, para a variável diâmetro caulinar (DC), Barbalha, CE, 2008	45
Tabela 9.	Resumo das análises de variância da área foliar (AF) da mamoneira (BRS Energia) sob diferentes níveis de irrigação e doses de adubação nitrogenada aos 20, 35, 50, 65, 80, 95 e 110, dias após emergência (DAE). Barbalha, CE, 2008	48
Tabela 10.	Valores dos parâmetros (A, B e C) e coeficientes de determinação (R ²) das regressões, para variável a área foliar (AF), Barbalha, CE, 2008	51
Tabela 11.	Resumo das análises de variância do comprimento do cacho (CC) e número de frutos por cacho (NFC) da mamoneira (BRS Energia) precoce irrigada com diferentes níveis de irrigação e doses de adubação nitrogenada aos 65, 80 e 95, dias após emergência (DAE). Barbalha, CE, 2008	53
Tabela 12.	Valores dos parâmetros (A, B e C) e coeficientes de determinação (R ²) das regressões, para a variável comprimento do cacho e número de frutos por cacho (NFC), Barbalha, CE,	

	2008.....	54
Tabela 13.	Resumo das análises de variância da produtividade de sementes e rendimento de óleo (%) das sementes da mamoneira (BRS Energia) precoce irrigada com diferentes níveis de irrigação e doses de adubação nitrogenada, Barbalha, CE, 2008	57
Tabela 14.	Valores dos parâmetros (A, B e C) e coeficientes de determinação (R ²) das regressões, para a variável produtividade de sementes e rendimento de óleo (%), Barbalha, CE, 2008.....	60

LISTA DE FIGURAS

Figuras 1.	Curva de retenção de água no solo, do Campo Experimental da Embrapa Algodão, Barbalha, CE, 2008	26
Figuras 2.	(A) Preparo do solo; (B) adubação; (C, D e E) divisão das parcelas experimentais e distribuição dos tratamentos e plantio; (F) germinação; (G e H) plantas de mamoneira; BRS energia após emissão dos primeiro e segundo cacho, Barbalha-CE, 2008.....	28
Figuras 3.	Distribuição dos tratamentos em campo e espaçamento entre fileiras duplas e entre plantas, Barbalha, CE, 2008.....	29
Figuras 4.	Ponto de inserção da sonda no respectivo tratamento, instalação dos tensiômetros para aferição do TDR e leitura da sonda, Barbalha, CE, 2008	30
Figuras 5.	Análise de regressão para interação entre os diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada via torta de mamona (T.M) para variável a altura de plantas (AP), nos sete períodos de avaliação, Barbalha, CE, 2008.....	34
Figuras 6.	Evolução vegetativa da altura de plantas da mamoneira sob diferentes níveis de irrigação e diferentes níveis de adubação nitrogenada via torta de mamona em função dos dias após a germinação (DAE), Barbalha, CE, 2008	38
Figuras 7.	Análise de regressão para interação entre os diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada via torta de mamona (T.M) para a variável número de folhas (NF), para os sete períodos de avaliação, Barbalha, CE, 2008.....	39
Figuras 8.	Evolução vegetativa do numero de folhas da mamoneira em função de diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada via T.M, Barbalha-CE, 2008.....	42
Figuras 9.	Análise de regressão para interação entre os diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada via torta de mamona (T.M) para a variável diâmetro caulinar (DC), para os sete períodos de avaliação Barbalha, CE, 2008.....	44
Figuras 10.	Evolução vegetativa do diâmetro caulinar da mamoneira em função de diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada via T.M, Barbalha-CE, 2008.....	47
Figuras 11.	Análise de regressão para interação entre os diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada via torta de mamona (T.M) para a variável área foliar – cm ² (AF), para os sete períodos de avaliação Barbalha, CE, 2008	49
Figuras 12.	Evolução vegetativa da área foliar da mamoneira em função de diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada via T.M, Barbalha-CE, 2008	52
Figuras 13.	Análise de regressão para interação entre os diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada via torta de mamona (T.M) para a variável comprimento do cacho (CC) e número de frutos por cacho (NFC), Barbalha, CE, 2008.....	54
Figuras 14.	Análise de regressão para interação entre os diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada via torta de mamona (T.M) para a produtividade de sementes e rendimento de óleo (%), Barbalha, CE, 2008.....	58

NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO E DOSES DE NITROGÊNIO EM MAMONA PRECOCE, CULTIVAR BRS ENERGIA

RESUMO

Objetivando desenvolver tecnologias de cultivo agrícola adaptadas à região semiárida, capazes de fornecer uma produtividade economicamente viável a nível de pequeno e médio produtor e uma melhoria na qualidade do produto vendido revertendo-se em capital, propõe-se nesta pesquisa obter conhecimento sobre os efeitos da torta de mamona como matéria orgânica fornecedora de diferentes níveis de nitrogênio e de diferentes níveis de irrigação na cultura da mamoneira precoce, cultivar BRS Energia, nas condições do semiárido brasileiro. O experimento seguiu um delineamento em blocos casualizados distribuídos em parcelas subdividas em faixas, sendo os fatores: 4 níveis de nitrogênio via torta de mamona (TM) (TM1 = 0, TM 2 = 90, TM 3 = 180 e TM 4 = 270 kg N ha⁻¹) e 4 níveis de irrigação baseados no conceito de água disponível no solo monitorado duas vezes ao dia com o uso do TDR (água disponível - AD) (AD1 = 20%, AD2 = 40%, AD3 = 60% e AD4 = 80%), com 4 repetições, totalizando 64 parcelas. O espaçamento de plantio foi na configuração de 1,4 x 0,4 x 0,36 m, em fileira dupla continua para obter um melhor aproveitamento da área em função do sistema de irrigação por gotejamento. A adubação com P e K seguiu a recomendação para o Estado do Ceara. Os componentes de crescimento e de produção da mamoneira, cultivar BRS energia aumentaram com o incremento dos níveis de água disponível no solo e de adubação orgânica via torta de mamona; entretanto, o efeito positivo da adubação orgânica ocorreu somente até o nível de adubação de 180 kg N ha⁻¹, inclusive quando associado ao nível de disponibilidade de água no solo de 80%. O nível de adubação orgânica de 180 kg ha⁻¹, associado a 80% de água disponível no solo promoveu um incremento de 58,84 % na produtividade da mamoneira, em relação ao tratamento com este mesmo nível de disponibilidade de água no solo, mais sem adubação orgânica. O nível de água disponível no solo de 80% associado a uma adubação orgânica de 180 kg ha⁻¹, promoveu um incremento de 22,11 % na produtividade da mamoneira, em relação ao tratamento com este mesmo nível de adubação orgânica e com o nível de água disponível no solo de 20%.

Palavras-chave: Biodiesel, adubação orgânica, água no solo

LEVELS OF IRRIGATION AND DOSES OF NITROGEN IN PRECOCIOUS CASTOR OIL PLANT, CULTIVAR BRS ENERGIA

ABSTRACT

Aiming to develop technologies of agricultural cultivation adapted to the semiarid area, capable to supply a productivity economically viable to level of small and medium producer and to favor an improvement in the sold product quality, being reverted in capital, this research had the purpose to obtain knowledge on the effects of the castor oil plant pie as organic matter supplier of different levels of nitrogen and of different irrigation levels in the culture of the precocious castor oil plant, cultivar BRS Energy, in the conditions of the Brazilian semiarid. The experiment followed a randomized blocks design distributed in split plots, being the factors: 4 levels of nitrogen through castor oil plant pie (TM) (TM1 = 0, TM 2 = 90, TM 3 = 180 and TM 4 = 270 kg N ha⁻¹) and 4 irrigation levels based on the concept of available water in the soil monitored twice a day with the use of TDR (available water - AW) (AW1 = 20%, AW2 = 40%, AW3 = 60% and AW4 = 80%), with 4 repetitions, totaling 64 plots. The planting spacing was in the configuration of 1.4 x 0.4 x 0.36 m, in continuous double row to obtain a better use of the area in function of the drip irrigation system. The manuring with P and K followed the recommendation for the State of Ceara. The growth and production components of the castor oil plant, cultivar BRS energy, increased with the increment of the levels of available water in the soil and of manuring organic via castor oil plant pie; however, the positive effect of the organic manuring only happened until the level of manuring of 180 kg N ha⁻¹, inclusive when associate with the level of available water in the soil of 80%. The level of organic manuring of 180 kg ha⁻¹, associate to 80% of available water in the soil promoted an increment of 58,84% in the productivity of the castor oil plant, in relation to the treatment with this same level of available water in the soil, but without organic manuring. The level of available water in 80% associate to an organic manuring of 180 kg ha⁻¹ promoted an increment of 22,11% in the productivity of the castor oil plant, in relation to the treatment with this same level of organic manuring and with the level of available water in the soil of 20%.

Key words: Biodiesel, organic manuring, soil water

1.0. INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis L.*) é uma oleaginosa de relevante importância econômica e social. De suas sementes se extrai um óleo de excelentes propriedades, de largo uso como insumo industrial e de aplicações inúmeras.

Cultivada desde as primeiras épocas das antigas civilizações, a mamoneira é uma planta rústica, resistente à seca, pertencente à família das Euforbiáceas, encontrada nas mais diversas regiões do globo terrestre, inclusive em áreas semiáridas onde é cultivada comercialmente entre os paralelos 40°N e 40°S. A expansão de seu cultivo devido principalmente à capacidade de adaptação a diferentes condições ambientais e as diversas aplicações de uso do seu principal produto, o óleo.

Segundo Beltrão & Silva (1999), havia no Brasil uma deficiência anual na oferta desse produto, superior a 80 mil toneladas, que o obrigou a importação de óleo bruto da Índia e da China, para atender as necessidades do mercado interno. Em sua industrialização obtêm-se além do óleo a torta e/ou polpa, subproduto capaz de restaurar solos esgotados pela exploração indiscriminada.

Na atualidade, vem-se dando maior ênfase a essa cultura, com o uso de seu óleo para a produção de Biodiesel, que se constitui em um combustível renovável, biodegradável e ambientalmente correto, podendo tomar-se, de forma gradativa e satisfatória, um substituto do óleo diesel mineral, o que poderá transformar essa cultura em pouco tempo em uma das mais importantes comodits agrícolas do Brasil, pois o país apresenta o potencial de 4,5 milhões de hectares somente no Nordeste que podem ser plantadas com mamona para fins de produção de Biodiesel, levando-se a acreditar que a demanda por mamona deverá ser bastante ampliada (BELTRÃO, 2006).

No semiárido brasileiro o cultivo desta oleaginosa tem sido praticado, tradicionalmente, por pequenos e médios produtores, constituindo-se numa grande e importante alternativa agrícola para a economia da região, capaz de substituir a cotonicultura, dizimada pela praga do bicudo na década de noventa. Vem apresentando-se como uma possível cultura geradora de emprego e de matéria-prima, indispensáveis à utilização de energia limpa e renovável no País (SILVA et al. 2001).

Seu sistema de produção pode ser praticado por pequenos produtores, é intensivo em mão-de-obra (gera empregos) e pode ser consórcio e/ou em rotação entre outras culturas, além de utilizar pouco agrotóxico e se adaptar perfeitamente as regiões

semiáridas do Nordeste. É possível extrair, de suas sementes um óleo de características ímpares entre as mais de 240 mil espécies de plantas superiores encontradas no reino vegetal.

Dentre as possibilidades do uso do óleo da mamona, se encontra hoje o biodiesel nova fonte energética potencial e limpa; sua maior aceitação no mercado dos combustíveis, vem surgindo como forma de suprir as necessidades de consumo. A diminuição da compra de petróleo no exterior também diminui o déficit da balança comercial e ainda proporciona decréscimo da emissão de gases nocivos na atmosfera, gerados pela queima de combustíveis fósseis.

Portanto, esta situação mostra cada vez mais a necessidade de se realizar estudos relacionados aos sistemas de produção da mamoneira, nas mais diversas condições edafoclimáticas do Brasil, pois existe grande carência de conhecimento sobre a cultura e mais ainda quando se cultiva variedades precoce em condições de irrigação visando principalmente, proporcionar aos pequenos e médios produtores, informações para a melhoria da produtividade e qualidade da semente, ou seja a qualidade do óleo da mamona.

No Brasil os solos agrícolas raramente são autosuficientes no suprimento de nitrogênio às plantas cultivadas, principalmente quando a alta produtividade é o objetivo principal. Segundo Anda, 2009, o consumo de fertilizantes minerais no país era de 22 milhões de toneladas, sendo a uréia e o sulfato de amônio as duas fontes mais utilizadas, aumentando o conteúdo de nitrogênio mineral no solo o que favorece a emissão de óxido nitroso (N_2O), agravando ainda mais o problema do aquecimento global, elevando a temperatura do planeta e causando impactos drásticos na produção de alimentos das próximas décadas (IPCC, 2007).

Segundo Severino et al. (2006), a adubação é umas das principais tecnologias usadas para elevar a produtividade e a rentabilidade das culturas agrícolas, embora tenha alto custo e possa aumentar o risco do investimento agrícola, existindo enorme carência de tecnologia para fertilização do solo na cultura da mamona, em diferentes condições de irrigação e adubação, em níveis diferenciados.

O nitrogênio é considerado um elemento essencial, devido à função estrutural e funcional que exerce na vida da planta (aminoácidos, proteínas, bases nitrogenadas, ácidos nucleicos, enzimas, coenzimas, etc.) correspondendo a processos vitais em seu desenvolvimento (MALAVOLTA, 1980), porem, a fonte de energia para a síntese do nitrogênio químico depende, direta ou indiretamente, do petróleo, que é uma fonte de

energia finita e fatalmente levará a um aumento dos custos e a outros problemas ambientais.

Sendo a mamoneira uma planta sensível à acidez do solo e exigente em fertilidade é possível elevar a produtividade por meio do fornecimento adequado de nutrientes através da adubação. O nitrogênio é o nutriente exigido em maior quantidade pelas culturas agrícolas, não sendo diferente com a mamoneira. A interação entre água e adubação nitrogenada é muito complexa quanto à necessidade de se compreender o comportamento das culturas em relação à resposta de produção. Razão pela qual é grande o interesse em se estudar tal relação, em busca de um conhecimento referente e seguro no que se refere à eficiência do uso de água e fertilizantes, pelas culturas.

A água assume importância fundamental na produção vegetal, de modo que sua falta ou excesso afeta decisivamente o crescimento e o desenvolvimento da planta e, por conseguinte o manejo é relevante na maximização da produção agrícola.

Além da busca de se obter técnicas adaptadas à própria região capazes de fornecer uma produtividade economicamente viável a nível de pequeno e médio produtor (agricultor familiar) e a melhoria na qualidade do produto, revertendo-o em capital, propõe-se obter nesta pesquisa, conhecimentos sobre os efeitos da matéria orgânica (no caso a torta de mamona) como fornecedora de diferentes níveis de nitrogênio, esperando verificá-la e quantificá-la na cultura da mamoneira irrigada com diferentes níveis de irrigação.

Com o exposto esta pesquisa objetiva investigar o efeito de diferentes doses de nitrogênio via torta de mamona (0, 90, 180 e 270kg N ha⁻¹) e diferentes níveis de irrigação (20, 40, 60, e 80 %AD), isolados e combinados sobre o crescimento e produtividade da mamoneira precoce, irrigada em condições do semiárido.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Mamoneira

A mamoneira pertence à classe Dicotyledoneae, série Geraniales, família Euforbiácea e espécie (*Ricinus communis L*) (BELTRÃO et al, 2008; MILANI et al, 2006). Trata-se de uma planta xerófila de origem afro-asiática, bastante tolerante à escassez de água, é exigente em calor e luminosidade. Como cultura industrial, é explorada em função do óleo contido em suas sementes, mamona, ou ricino, é o arbusto de cujo fruto se extrai um óleo de excelentes propriedades. Desde a antiguidade é conhecido por suas propriedades medicinais e como azeite para iluminação atualmente, esta cultura vem despertando interesse comercial em virtude da elevação do preço do óleo e do desenvolvimento das indústrias de beneficiamento (COELHO, 1979; WEISS, 1983).

2.2 Variedades de mamona

O programa de melhoramento genético da mamoneira teve início em 1936, liderado pelo pesquisador Carlos Arnaldo Krung, no Instituto Agrônomo de Campinas, cujos resultados se espalharam por todo o país, servindo de base para o desenvolvimento da cultura e da agroindústria. Inúmeras são as cultivares de mamoneira, dentre as quais se destacam: Guarani IAC-226, AL-guarany, mirante 10 essas de ciclo médio, IAC 80, SIPEAL-28 BRS-149 (Nordestina), BRS-188 (Paraguaçu) de ciclo tardio os híbridos: B-9, B-522, CERRADO, SAVANA, CERRADÃO, ÍRIS, LYRA e BR-11, todos precoce (SAVY FILHO, 2005).

Em 2007 a Embrapa, Empresa Brasileira de Desenvolvimento Agrícola (EBDA) e a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), lançaram a cultivar BRS-Energia, de porte baixo, em torno de 1,40 m, ciclo entre 120 e 150 dias (precoce), caule verde com cera, cachos cônicos com tamanho médio de 60 cm, frutos verdes com cera e indeiscentes. As sementes pesam entre 0,40 g e 0,53 g, com as cores marrom e bege, contendo 48 % de óleo. A produtividade média experimental foi de 1.500 kg ha⁻¹ e deve ser plantada em espaçamentos de 1 x 1 m. Os testes foram

realizados nos Estados do Ceará, Sergipe, Alagoas, Rio Grande do Norte e Bahia. A cultivar ainda está sendo validada em outras regiões do país e sob condições de mecanização. O descascamento das sementes só pode ser feito em máquinas (EMBRAPA, 2007).

2.3 Óleo de mamona

As aplicações do seu óleo, são inúmeras; o uso mais importante, em termos quantitativos, é na fabricação de tintas, vernizes, cosméticos e sabões. É também significativa na produção de plásticos e de fibras sintéticas. Ressalta-se que as fibras em cujas composições entra o óleo de mamona, são atóxicas e antialérgicas e apresentam grande resistência a corrosão; destaca-se, também, o uso deste óleo como lubrificante "Pelas características exclusivas de queimar sem deixar resíduos e de suportar altas temperaturas sem perder a viscosidade (no que supera os óleos derivados de petróleo), é o óleo ideal para motores de alta rotação: usam-no, apenas para exemplificar, os foguetes espaciais e os sistemas de freios dos automóveis" (SAVY FILHO, 2005; COELHO, 1979).

O óleo de mamona é utilizado também em outros processos industriais: na fabricação de corantes, anilinas, desinfetantes, germicidas, óleos lubrificantes de baixa temperatura, colas e aderentes, serve de base para fungicidas, inseticidas, tintas de impressão, vernizes, nylon e matéria plástica (SEVERINO et al; 2005).

A magnitude do óleo de mamona é evidenciada através da aplicação industrial, cujos derivados são sintetizados pela atuação de reações na molécula do grupo hidroxila. O óleo de mamona possui utilização direta na confecção de cosméticos e produtos de toalete (SAVY FILHO, 2005). Ressalta-se seu uso também na biomedicina, na elaboração de próteses, com destaque em cirurgias ósseas, de mama e de próstata (BDMG, 2000).

Reconhecido como o petróleo verde, o óleo de mamona pode ser utilizado como fonte energética renovável, em substituição ao óleo diesel e, com base em pesquisas de desenvolvimento de novas tecnologias, ele é considerado, ainda, matéria-prima do futuro, já que a mamona é uma planta adaptada ao solo brasileiro podendo ser cultivada em qualquer parte do País (CHIERICE & CLARO NETO, 2001); porém sua utilização mais atual é na obtenção do biodiesel, visto ser o único óleo solúvel em álcool e não

necessitar de calor e do conseqüente gasto de energia, que requerem outros óleos vegetais em sua transformação para o combustível.

2.4 Torta de mamona

A torta de mamona é o principal subproduto da cadeia produtiva da mamona, produzida a partir da extração do óleo das suas sementes. Em todo o mundo, o uso tem sido predominantemente como adubo orgânico, embora possa obter valor significativamente maior se utilizada como alimento animal, aproveitando o alto teor de proteínas. No entanto, este uso não tem sido possível até o presente momento, devido à presença de elementos tóxicos e alergênicos em sua composição e à inexistência de tecnologia viável em nível industrial para seu processamento (COSTA et al, 2007; SEVERINO, 2005).

Apesar de apresentar alto teor de proteínas, não se recomenda seu uso para ração animal, uma vez que ela apresenta três fatores antinutricionais, ou seja uma proteína tóxica denominada ricina, um conjunto de proteínas alergênicas conhecidas por CB-1A e um alcalóide de baixa toxidez chamado ricinina. Embora possa obter valor significativamente maior quando utilizada como alimento animal, este uso não tem sido possível até o presente, devido à inexistência de tecnologia viável, em nível industrial, para o processo da destoxicação (SEVERINO et al, 2005).

Constatou-se que alguns estudos demonstram a rapidez com que a torta de mamona se mineraliza e, conseqüentemente, disponibiliza seus nutrientes. A velocidade de mineralização da torta de mamona medida pela respiração microbiana, é cerca de seis vezes mais rápida que a de esterco bovino e quatorze vezes mais rápida que a do bagaço de cana (SEVERINO et al, 2006).

2.5 Importância econômica da mamoneira

A mamoneira (*Ricinus communis L.*) é uma oleaginosa de relevante importância econômica e social, de cujas sementes se extrai um óleo de excelentes propriedades, de largo uso como insumo industrial. Quando industrializada obtém-se, como produto principal, o óleo e, como subproduto, a torta, que possui, enquanto fertilizante, a capacidade de restauração de solos esgotados pelos cultivos intensivos (SEVERINO et al, 2008; KOURI et al, 2004).

2.5.1 Preços e mercados

O óleo de mamona tem elevado valor estratégico pelo fato de não existir bons substitutos em muitas de suas aplicações e pela versatilidade industrial (VIEIRA E LIMA, 2005); o segundo óleo vegetal mais bem cotado no mercado internacional, superior ao diesel mineral. Para os anos de 2004/05, o preço da tonelada oscilou de US\$730 e US\$900, mas o preço recebido pelos produtores variou de R\$65 a saca de 60 kg, e, no atacado, de R\$71 a saca de 60 kg (19/03/04) no período da entressafra, mas as expectativas são de que, no período de colheita da safra 2004/5, os preços ficaram, em média, de R\$50 para a saca de 60 kg, podendo decrescer até R\$47,00 a saca de 60 kg, ou até mais dependendo do mercado, de oferta e de procura, o ocorreu no Estado do Ceará nos períodos de 2006 a 2009. Atualmente, a mamona esta sendo comercializada a R\$8,00/kg da semente em Londrina-PR; o preço da saca de 60 kg da mamona do tipo comum terminou a quarta-feira (04/08/2010), estável no mercado de Irecê, BA, cotado a R\$ 75,00 (MFRURAL, 2010; INVESTIMENTOS E NEGOCIOS, 2010).

2.6 Adubação Nitrogenada

Segundo Baldani, et al 1980 o nitrogênio é elemento mais importante para elevação da produtividade da agricultura tropical é o nitrogênio que forma 80% da atmosfera na forma de N₂, somente algumas bactérias fixadoras conseguem fixar o N₂ atmosférico e sintetizá-lo para a forma NH₃⁻. O nitrogênio é, em geral, o elemento que as plantas necessitam em maior quantidade. Porém, devido à multiplicidade de reações química e biológica, à dependência das condições ambientais e ao seu efeito no rendimento das culturas, o torna um elemento que apresenta maiores dificuldades de manejo na produção agrícola mesmo em propriedades tecnicamente orientadas. As formas preferenciais de absorção de N pelas plantas são a amônia (NH₄⁺) e o nitrato (NO₃⁻). Compostos nitrogenados simples, como uréia e alguns aminoácidos, também podem ser absorvidos, mas são poucos encontrados na forma livre no solo.

A nutrição e adubação da mamoneira exercem grande importância no processo produtivo, já que a adubação é uma das principais tecnologias usadas para aumentar a produtividade e a rentabilidade das culturas, embora tenha alto custo e possa aumentar o risco do investimento agrícola. Contudo, há carência de informações sobre a tecnologia para fertilização do solo na cultura da mamoneira (WEISS, 1983).

2.6.1 Adubação Orgânica

Segundo Kiehl (1979), a expressão popular agrícola “a matéria orgânica aduba o solo e a planta”, provém da sua influência sobre as propriedades físicas, químicas, físico-químicas e biológicas do solo, revertendo tudo no aumento da produção. A matéria orgânica, segundo este mesmo autor, se constitui numa importante fonte de nutrientes para as plantas, principalmente nitrogênio, fósforo, enxofre e micronutrientes. É conveniente saber que a eficiência da adubação orgânica, qualquer que seja a fonte utilizada, depende do conhecimento sobre sua transformação, o destino e a interação de seus subprodutos e as principais mudanças causadas no solo. A chamada adubação orgânica é interpretada, em geral, como forma de substituir os fertilizantes minerais solúveis na agricultura moderna, no entanto, nem sempre tal objetivo é alcançado (BELTRÃO, 2004).

A matéria orgânica no solo exerce funções importantes, como fornecimento de macro e micronutrientes, correção de toxidez, melhorador e condicionador das características físico-químicas e biológicas. A matéria orgânica atua diretamente na biologia do solo, constituindo uma fonte de energia e de nutrientes para os organismos que participam de seu ciclo biológico (KIEHL, 1985). Aumenta a porosidade, facilita a infiltração e retenção de água, diminui a suscetibilidade à erosão, melhora a drenagem e dificulta as variações de temperatura. Sobre às características químicas, influencia a dinâmica dos nutrientes, liberando-os gradualmente, melhorando a retenção e a absorção dos mesmos, reduzindo a toxidez do alumínio (MEDEIROS et al, 1996; SEVERINO, 2006).

A concentração e atividade dos micro-organismos do solo são influenciados pela disponibilidade de matéria orgânica no solo e pela qualidade dos resíduos orgânicos adicionados. Fatores inerentes à matéria orgânica, como a relação C/N, presença de lignina e granulometria, interferem na composição microbiana e demonstram que o crescimento da microflora do solo é limitado quando ocorre intenso cultivo e baixa disponibilidade ou baixa qualidade de fonte de matéria orgânica. A incorporação ao solo de materiais orgânicos, afeta a dinâmica populacional dos micro-organismos e também a disponibilidade de alguns nutrientes, em especial o nitrogênio. Matérias com alta concentração de carbono, mas pouco nitrogênio (alta relação C/N) geralmente são lentamente mineralizados e induzem a deficiência de nitrogênio às plantas, pois os microorganismos absorvem grande parte do N disponível, o qual só

volta a ser disponibilizado após a decomposição do material adicionado (SEVERINO et al, 2004).

A torta é um importante coproduto, pois possui excelentes propriedades químicas para uso na agricultura, tem elevado teor de nitrogênio e outros importantes nutrientes, sendo seu principal uso como adubo orgânico para as culturas, de modo geral (COSTA et al, 2007).

A incorporação de materiais orgânicos ao solo afeta a dinâmica dos micro-organismos, o que favorece a disponibilidade de nutrientes às plantas, a incorporação de matéria orgânica no solo promove mudanças nas suas características físicas, químicas e biológicas, visto que melhora a estrutura do solo, aumenta a capacidade de retenção de água e a aeração, permitindo maior penetração e distribuição das raízes (SEVERINO et al, 2004; MALAVOLTA et al, 1997).

2.7 Disponibilidade de água

A quantidade de água armazenada pelo solo é devida as suas características físico-hídricas e na irrigação a água armazenada é medida por uma "altura de água", que é expressa em, volume por unidade de área. Portanto, se, se despejar um litro de água sobre uma superfície de solo de um metro quadrado tem-se uma altura de água de um milímetro (REICHARDT E TIM, 2004).

Sendo o solo um reservatório sem fundo, quanto maior a profundidade considerada, maior também a quantidade de água armazenada, embora nem toda água colocada no solo seja por ele retida. Devido à ação da gravidade, parte da água se move verticalmente para baixo, saindo da zona radicular e indo para a recarga dos reservatórios subterrâneos. Por isto ao se definir o armazenamento de água de um solo é necessário definir a profundidade. Normalmente, toma-se para cálculo a profundidade explorada pela maior parte do sistema radicular da cultura (REICHARDT, 1991; BERNARDO, MANTOVANI, 2006).

Ao definir o estado de energia da água no solo, é necessário considerar vários campos de força, não só o gravitacional. Trata-se de campos de força que são responsáveis pelos fenômenos de tensão superficial, capilaridade, absorção etc. Esses fenômenos resultam da interação entre as partículas sólidas do solo, organizadas em dada estrutura, e a água. Quanto menores forem os poros do solo e quanto mais ativa as partículas sólidas do solo, tanto menor a energia potencial da água a eles associada.

Sendo que é quase impossível separar estes fenômenos para realizar uma análise detalhada, estes são designados em conjunto como sendo a matriz do solo ou o potencial matricial de água do solo (REICHARDT et al, 1991; GUERRA, 2000). Por isso, o fenômeno da matriz do solo confere um estado de energia à água nele existente, e esta tensão, que equivale a uma pressão negativa (conteúdo), é a componente matricial, que sofre influência da capilaridade e da absorção (REICHARDT E TIMM, 2004 e PREVEDELO, 1996).

Para um solo que está saturado com todos os poros cheios de água, não existem meniscos e, conseqüentemente, a absorção será nula. Com a saída da água do solo se inicia a formação de meniscos e a capilaridade começa a atuar, posteriormente, a componente matricial começa a ficar negativa já que a água sempre vai ocupar os poros menores (REICHARDT, 1990; KLAR, 1991 e KIEL, 1979).

Quando o solo se encontra saturado o potencial matricial do mesmo é zero, ao passo que quando está seco este valor pode apresentar até 15 atmosferas. Observa-se que, para um intervalo pequeno de umidade o potencial matricial tem um enorme intervalo de variação, razão pela qual é comum apresentar as curvas características em gráficos semi-log. A curva característica do solo é determinada apenas uma vez, e sempre que se precise de valores do potencial matricial do solo, determina-se a umidade do solo, através da curva varia bastante com pequenas variações de textura, de compactação, da estrutura, etc. Em geral, é determinada em laboratório com amostras deformadas, muitas vezes peneiradas com estruturas bem diferentes das que se encontram em campo. Variações de densidade global e de textura de um horizonte para outro dentro do mesmo perfil de solo podem determinar a necessidade do uso de curvas distintas de retenção de água para cada horizonte, por esta razão por que o uso de curvas de retenção deve ser usado com muito critério (REICHARDT, 1990).

2.8 Manejo da irrigação via conteúdo de água do solo (Uso da Reflectometria no Domínio do Tempo, TDR)

Com a crise de fornecimento de energia elétrica por que atravessou o País, racionamento de energia em 2001, o uso deste recurso e da água destinada à irrigação se torna cada vez mais restritivo e oneroso, implicando em prioridade para sua otimização em seus diferentes usos, tanto no contexto estratégico de reservas energéticas quanto sob o ponto de vista ecológico.

Em razão disto, metodologias de manejo eficiente de irrigação devem ser desenvolvidas e aplicadas nas áreas irrigadas principalmente na região semiárida, objetivando tornar os processos agrícolas mais eficientes na utilização dos recursos hídricos, em decorrência de uma agricultura mais competitiva. Assim, a determinação da umidade em solos destinados à produção agrícola irrigada é de vital importância para o manejo adequado da água e, conseqüentemente, da energia para a condução e pressurização da água dos sistemas de irrigação por sua vez, o manejo eficiente desses sistemas favorece o desenvolvimento adequado das plantas e contribui para o aumento da produção, economia de água, energia e preservação do meio ambiente (COELHO et al, 2001).

Para estimativas precisas de umidade e condutividade elétrica do solo em laboratório e em campo, tem-se utilizado a técnica da Reflectometria no Domínio do Tempo (TDR), a qual recomenda o ajuste de uma curva de calibração para cada tipo de solo, um inconveniente que, normalmente, é aceitável devido às vantagens que apresenta em relação a outras técnicas (SOUZA E MATSURA, 2000). As vantagens inerentes à técnica da TDR como a precisão, método não destrutivo, a não utilização de radiação ionizante, possibilidade de automação e acoplamento de dispositivos multiplicadores de leituras são justificativas importantes para a adoção cada vez maior desta técnica, em substituição a outros métodos (COELHO et al, 2001).

3.0 MATERIAL E MÉTODO

3.1 Localização e descrição da área experimental

O experimento foi conduzido no Campo Experimental da Embrapa Algodão, Estação Experimental de Barbalha, CE, no ano de 2008, geograficamente localizado na Microrregião do Cariri Cearense, apresentando coordenadas geográficas de 7°19'Sul, de 39°18' Oeste e 409,03m de altitude (SUDENE, 1993).

O clima, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Aw'i (clima tropical úmido com estação seca da primavera do início do verão) a temperatura média anual é de 24,°C e a precipitação média anual de 1.200 mm, com período chuvoso estendendo-se de dezembro a maio o trimestre mais chuvoso vai de janeiro a março e o mais seco de junho a novembro, com umidade relativa média de 60%. O solo da área é classificado como um NEOSOLO FLÚVICO (Solo aluvial) (EMBRAPA, 1999; SUDENE, 1993).

Amostras de solo da área experimental foram coletadas através de um trado holandês nas profundidades de 0-20cm, 20-40cm e 40-60cm, e depois conduzidas ao Laboratório de Irrigação e Salinidade da Universidade Federal de Campina Grande, para a realização das análises físicas e química, ambas completas. A caracterização física e química do solo da área onde foi conduzido o experimento, é do tipo aluvião, e estão organizadas na Tabela 1, tal como a curva de retenção de água do solo, na Figura 1.

Tabela 1. Caracterização física e química dos solos das áreas analisadas do Campo Experimental da Embrapa Algodão, Barbalha, CE 2008

Característica física do solo	Profundidade – cm		
	0 – 20	20 – 40	40 – 60
Areia	48,51	51,58	47,38
Silte	17,53	15,19	11,19
Argila	34,13	33,23	40,99
Classificação textural	F. argiloso	F. argilo aren	Arg. Arenosa
Densidade aparente	1,25	1,23	1,32
Densidade real	2,14	2,5	2,55
Água disponível no solo ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)	0,22	0,22	0,27
Característica química do solo			
Cálcio (meq/100g de solo)	8,76	8,10	8,15
Magnésio (meq/100g de solo)	7,02	6,64	7,55
Sódio (meq/100g de solo)	0,07	0,07	0,07
Potássio (meq/100g de solo)	1,2	0,66	0,33
Alumínio (meq/100g de solo)	0,00	0,00	0,00
Carbonato de cálcio qualitativo	Ausente	Ausente	Ausente
Carbono orgânico(%)	0,94	0,53	0,50
Fósforo assimilável (mg/100g)	0,68	0,53	0,53
Condutividade elétrica do solo (cmmhos/cm, suspensão em água)	1,04	1,1	1,38

Laboratório de Irrigação e Salinidade da Universidade Federal de Campina Grande, PB

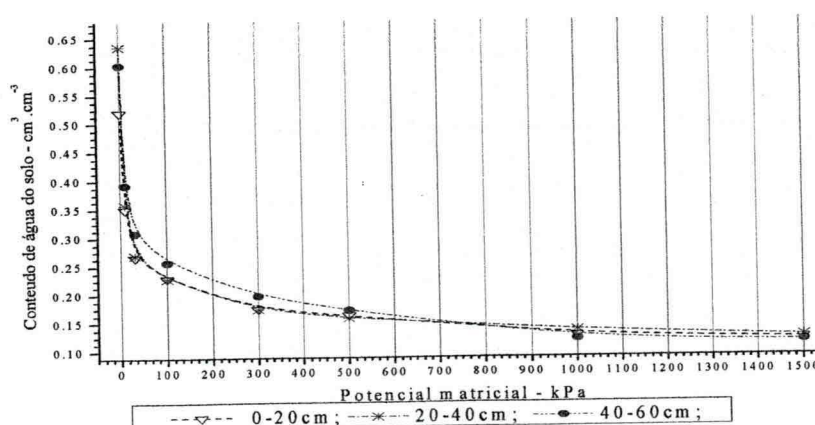


Figura 1. Curva de retenção de água no solo, do Campo Experimental da Embrapa Algodão, Barbalha, CE, 2008 (Laboratório de Irrigação e Salinidade da Universidade Federal de Campina Grande)

3.2 Plantio e práticas culturais

Foi utilizada a variedade BRS-Energia, desenvolvida pela Embrapa-Algodão, de porte anão e ciclo curto, pertencente ao programa de melhoramento Genético da Embrapa Algodão, oriunda de linhagem importada da Costa Rica. O espaçamento de plantio foi na configuração de 1,4 x 0,4 x 0,36 m (GONDIM et al, 2004), em fileira dupla contínua para obter um aproveitamento melhor da área em função do sistema de irrigação por gotejamento, conforme descrito na Figura 2 e 3; o espaçamento entre fileiras duplas foi de 1,8 m, ou seja cada parcela experimental constou de 6 linhas gotejadoras, sendo duas extremidades bordaduras, e fileira do meio como aproveitável para o experimento, totalizando uma largura de 6,25m cada parcela experimental, sendo que a área do experimento ocupou uma área de 43,2 m x 50 m totalizando 2.160 m²; cada subparcela tinha densidade de plantio de 3 plantas por metro linear, 17 plantas por parcela experimental, totalizando 6.672 plantas em toda a área do experimento e uma densidade de 15.290 plantas por hectare.

A marcação da área foi realizada através de piquetes e cordas e, por último, foram identificadas parcelas, por meio de plaquetas devidamente identificadas, com o respectivo tratamento. As parcelas contendo os tratamentos foram obtidas ao acaso através de sorteio; o plantio foi realizado manualmente com a utilização de quatro sementes por cova a uma profundidade de 5 cm aproximadamente (Figura 2), na ocasião do plantio foi realizada adubação química com fósforo (P) e potássio (K) seguindo a recomendação de adubação e calagem para o estado Ceará.

Para garantir a uniformidade de germinação e o crescimento inicial, irrigou-se toda a área uniformemente, até os 10 dias após emergência (DAE), como forma de manter o nível de umidade do solo próximo à capacidade de campo e assim favorecer a igualdade do estande. As irrigações subsequentes foram aplicadas com as lâminas definidas para cada tratamento nas respectivas faixas de irrigação, por meio de um sistema irrigação por gotejamento; aos 15 dias após emergência (DAE) quando as plântulas atingiram aproximadamente 20 cm de altura procedeu-se o desbaste, ficando apenas uma planta por cova.

O controle de ervas daninhas foi realizado por meio de capinas manuais com enxada, em intervalos de 15 dias, com o intuito de manter a cultura no limpo pelo menos até 65 dias após germinação, de forma a não comprometer a produção. Não se fez aplicação de herbicidas, inseticidas ou fungicidas em nenhuma época do cultivo.

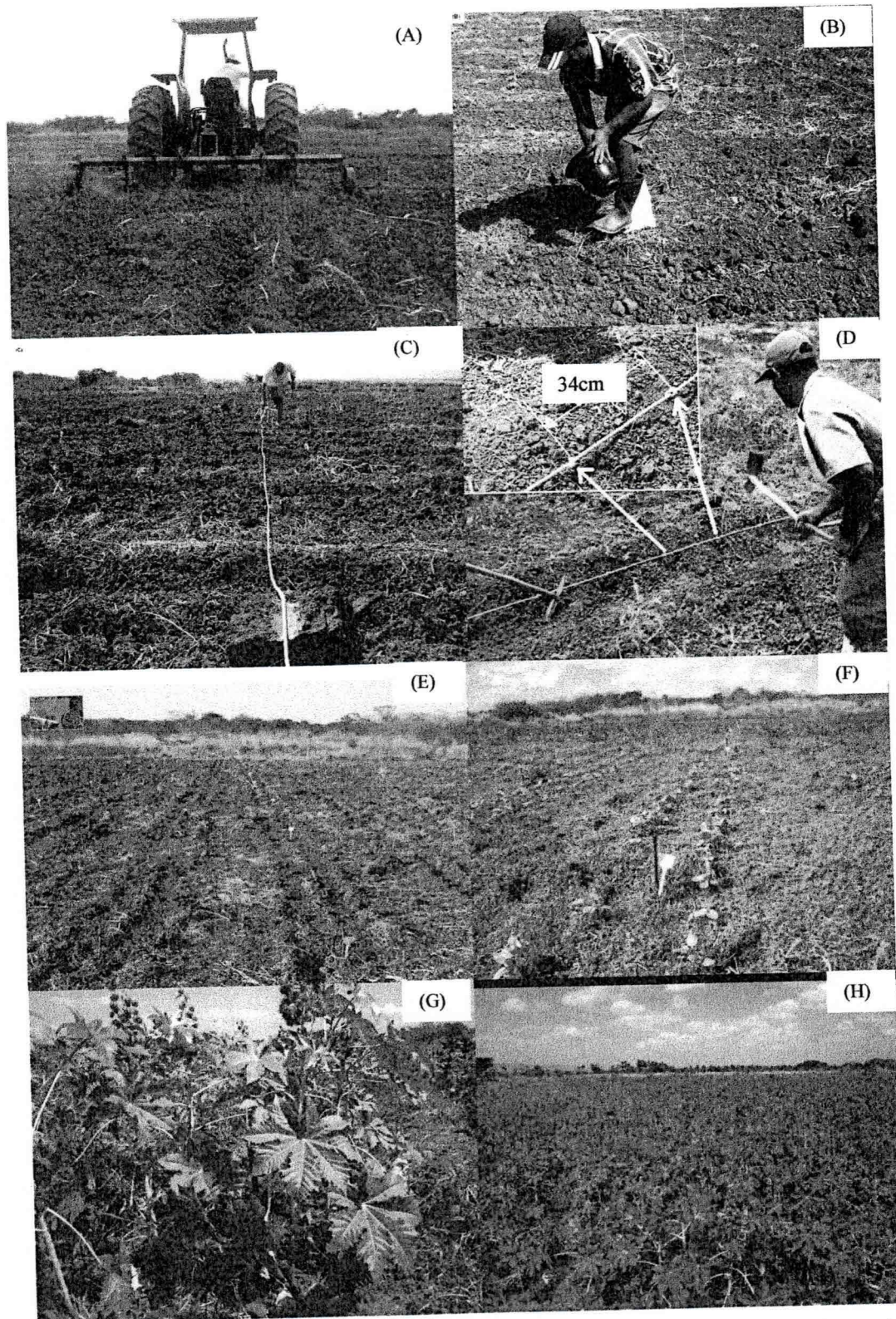


Figura 2. (A) Preparo do solo; (B) adubação; (C, D e E) divisão das parcelas experimentais e distribuição dos tratamentos e plantio; (F) germinação; (G e H) plantas de mamoneira; BRS energia após emissão dos primeiro e segundo cacho, Barbalha-CE, 2008

3.3 Delineamento experimental

O experimento seguiu um delineamento em blocos casualizados distribuídos em parcelas subdivididas em faixas (Figura 3) e 4 repetições, sendo: 4 níveis de nitrogênio via torta de mamona (TM) ($TM_1 = 0$, $TM_2 = 90$, $TM_3 = 180$, e $TM_4 = 270$ kg N ha⁻¹), 4 níveis de irrigação tendo como base foi o conteúdo de água no solo monitorado duas vezes ao dia com o uso do TDR, (água disponível - AD) ($AD_1 = 20\%$, $AD_2 = 40\%$, $AD_3 = 60\%$ e $AD_4 = 80\%$), totalizando 16 tratamentos. Na Tabela 2 estão descrito mais detalhadamente os níveis de cada tratamento, com a quantidade de torta de mamona aplicado por hectare, respectivamente.

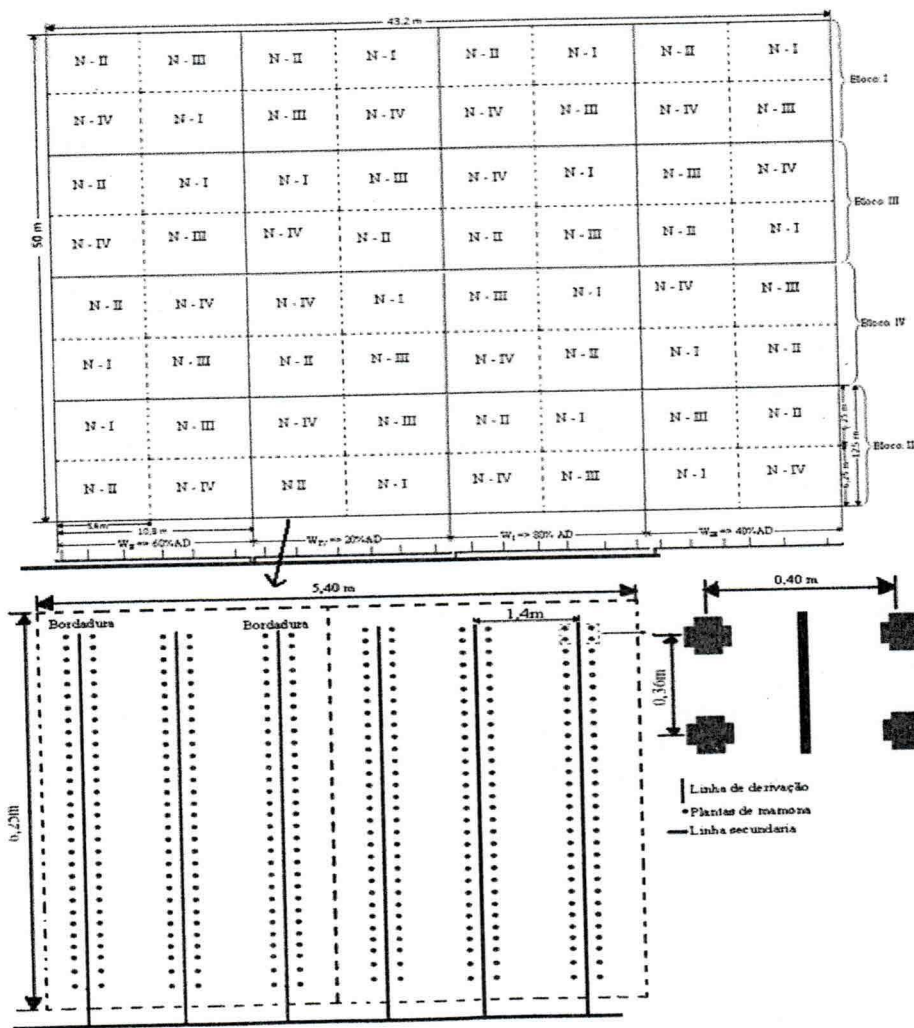


Figura 3. Distribuição dos tratamentos em campo e espaçamento entre fileiras duplas e entre plantas, Barbalha, CE, 2008

Tabela 2. Níveis de matéria orgânica aplicados no solo, em função das doses de nitrogênio por hectare, para a fonte de matéria orgânica (Torta de mamona) estudada, Campina grande, PB, 2008

Nitrogênio (kg.ha ⁻¹)	Torta de mamona (t.ha ⁻¹)*	Níveis de Irrigação (NI)**	Lamina bruta aplicada
0	0	20	Água disponível (AD)
90	1,67	40	Água disponível (AD)
180	3,33	60	Água disponível (AD)
270	5,00	80	Água disponível (AD)

*Torta de mamona contendo 5,4% de N, com base na análise de nitrogênio presente na torta 4 dias antes de aplicá-la no solo; **Níveis de irrigação em função do conteúdo de água no solo

3.4 Manejo e controle da irrigação

Visando a estimativa da demanda hídrica da cultura da mamoneira adotou-se o monitoramento do conteúdo de água do solo, por meio de uma sonda de TDR do tipo Delta T, segmentada, modelo PR2, conforme descrito na Figura 5. O mesmo equipamento foi aferido em campo por um período de 12 dias, sendo que suas leituras foram comparadas com as determinações do conteúdo de água do solo do método gravimétrico e com o uso de uma bateria de 3 tensiômetros, antes de ser usado definitivamente no experimento. As leituras eram realizadas diariamente duas vezes ao dia e sempre entre 07:00 e 07:30 e durante e entre 16:00 e 16:30, de modo que o conteúdo de água do solo era monitorado sempre antes e depois de cada irrigação, tal como a determinação da necessidade, de se realizar outra reposição de água via irrigação.

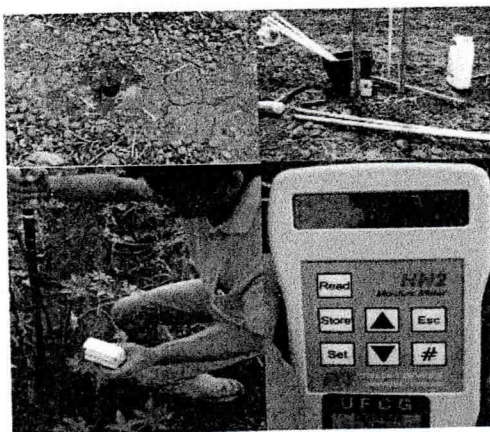


Figura 4. Ponto de inserção da sonda no respectivo tratamento, instalação dos tensiômetros para aferição do TDR e leitura da sonda, Barbalha, CE, 2008

A frequência de irrigação e a lâmina requerida foram determinadas via conteúdo de água do solo, determinado pela técnica da Reflectometria no Domínio do Tempo; a reposição de água no solo seguiu o critério do percentual de água disponível para as plantas (AD); em seus respectivos tratamentos, determina-se o nível de irrigação através da equação 8 (BERNARDO et al, 2006).

$$L_b = \frac{\left[\left(\frac{C_c - C_{AA}}{100} \right) * D_s * Z * f \right]}{E_a} \quad (8)$$

em que:

L_b – Lâmina bruta de irrigação (mm);

C_c – Capacidade de campo (%);

C_{AA} – Conteúdo de água atual do solo, determinado com o TDR (%);

D_s – Densidade do solo (g, cm^3);

Z – Profundidade efetiva do sistema radicular da cultura (mm);

f – Fator de reposição da água do solo, 20, 40, 60 e 80%AD (decimal <1);

E_a – Eficiência do sistema de irrigação (decimal <1), (93%);

4.5 Variáveis analisadas

As variáveis de crescimento foram mensuradas quinzenalmente, em dez plantas de cada parcela, após emergência, sendo que a primeira avaliação foi realizada aos 20 dias após a emergência (DAE), nas variáveis de altura de planta, diâmetro de caule, área foliar, e número de folhas vivas até as plantas completarem 110 dias após emergência (DAE), com o acompanhamento sempre nas mesmas plantas escolhidas aleatoriamente do início até o final do experimento, devidamente identificadas.

3.5.1 Altura de plantas e diâmetro caulinar

A altura de plantas foi medida a partir do colo até a extremidade final de planta, utilizando-se uma trena milimetrada; o diâmetro caulinar foi medido com o auxílio de um paquímetro digital, em média 4,0 cm acima do solo.

3.5.2 Número de folhas vivas

O número de folhas foi quantificado através de contagem em cada planta, sendo determinados, e contadas as folhas com 1 cm no mínimo.

3.5.3 Área foliar

A área foliar foi determinada a partir da metodologia proposta por SEVERINO et al. (2004), que constou em medir o comprimento da nervura principal de cada folha com uma régua milimetrada e em seguida se aplicou-se a Equação 7. De maneira semelhante, procederam-se aos cálculos para as demais folhas e somou o resultado obtido de todas as folhas obtendo-se no final a área de todas as folhasobteve-se a área foliar da planta.

$$\Sigma S = 0,2622 \times P^{2,4248} \quad (7)$$

ΣS - área foliar total em cm^2 ;

P - comprimento da internervura principal da folha em cm

3.5.4 Componentes de produtividade

As variáveis de produção foram realizadas ao longo da condução do experimento, em que foram realizados em três etapas, aos 65 DAE, 80 DAE, 95 DAE, comprimento do cacho e número de fruto por cacho.

A colheita foi realizada manualmente cortando-se na base do cacho, posteriormente separaram-se as bagas e estas foram colocadas dentro de sacos de tecido individualmente para cada parcela, onde se obteve o valor da produção da mesma, que após devidamente identificados, foram pesados, contados e descascados de uma única vez, quando todos os cachos estavam completamente secos, ocorrendo assim, um aumento no ciclo da cultura, este fato se deu devido a indeiscência da cultivar.

Do conteúdo de óleo da semente obtido por extração química, amostras de cada tratamento foram levadas até o laboratório de bromatologia do Instituto Centro de

Ensino Tecnológico do Ceara, Fatec Cariri em Juazeiro do Norte-CE, para realizar a extração do óleo e determinação do conteúdo de óleo nas sementes.

3.6 Análise estatística

Os dados foram submetidos a análise de variância a nível de 5% e 1% ($p < 0,05$ e $p < 0,01$) de probabilidade, pelo teste F conforme Ferreira (2003), utilizando-se o programa SISVAR v. 4.2. ao se verificar efeito significativo na análise de variância, os tratamentos quantitativos foram submetidos à análise de regressão polinomial (ZIMMERMANN 2004 e SANTOS, ALMEIRA, BELTRAO, CAVALCANTI, 2008).

4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Altura de plantas

Conforme análise de variância na Tabela 3, a variável altura de plantas (AP) foi influenciada pela interação dos fatores: níveis de irrigação e adubação nitrogenada (utilizando-se torta de mamona – TM), a nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$) em todas as épocas de crescimento (20, 35, 50, 65, 80, 95 e 110 DAE), ocorrendo também efeito isolado dos tratamentos lâmina de irrigação e adubação nitrogenada, utilizando-se torta de mamona (TM).

Tabela 3. Resumo das análises de variância da altura de plantas (AP) da mamoneira (BRS Energia) sob diferentes níveis de irrigação e doses de adubação nitrogenada aos 20, 35, 50, 65, 80, 95 e 110, dias após emergência (DAE). Barbalha, CE, 2008

FV	GL	Quadrados Médio						
		20 DAE	35 DAE	50 DAE	65 DAE	80 DAE	95 DAE	110 DAE
Bloco	3	13,06	10,14	2,06	27,8	1,6	10,29	9,22
Irrigação(I)	3	114,72**	935,30**	1023,6**	2659,8**	3565,77**	4562,37**	4927,06**
Erro(1)	9	7,89	5,96	27,54	5,33	8,7	14,8	11,28
Adubação(A)	3	112,85**	591,51**	885,18**	821,34**	1029,18**	965,7**	972,27**
Erro (2)	9	12,24	23,66	11,96	3,43	3,06	4,02	8,49
Inter. (I*A)	9	65,9**	149,94**	365,39**	295,76**	238,95**	223,88**	235,6**
Erro (3)	27	5,11	12,08	7,85	11,1	11,36	10,37	9,73
Total	63							
CV 1 (%)		11,4	5,9	9,68	3,43	4,00	4,89	4,21
CV 2 (%)		14,19	11,75	6,38	2,75	2,37	2,55	3,65
CV 3 (%)		9,17	8,4	5,17	4,94	4,57	4,09	3,91

Unidade de medida em: cm. (*) Significativo a nível de 5% de probabilidade, (**) Significativo a nível de 1% de probabilidade e ns, não significativo

Para a fase de crescimento inicial (20DAE), a melhor combinação foi o nível de 40% de água disponível (40%AD), com 90kg N ha⁻¹ (utilizando-se TM) (Figura 3B). Aos 35 DAE os fatores que mais se destacaram foi a combinação de 270 kg N ha⁻¹ (utilizando-se TM) com 60%AD (Figuras 5 C e 5 D e Tabela 4). Nas épocas subsequentes (50; 65; 80; 95 e 110 DAE), observou-se o melhor desempenho para o

nível de irrigação de 80%AD combinado com 180 kg N ha⁻¹ (utilizando-se TM) sendo que dos 95 aos 110 DAE os tratamentos 180 e 270 kg N ha⁻¹ (utilizando-se TM) proporcionaram valores semelhantes de AP.

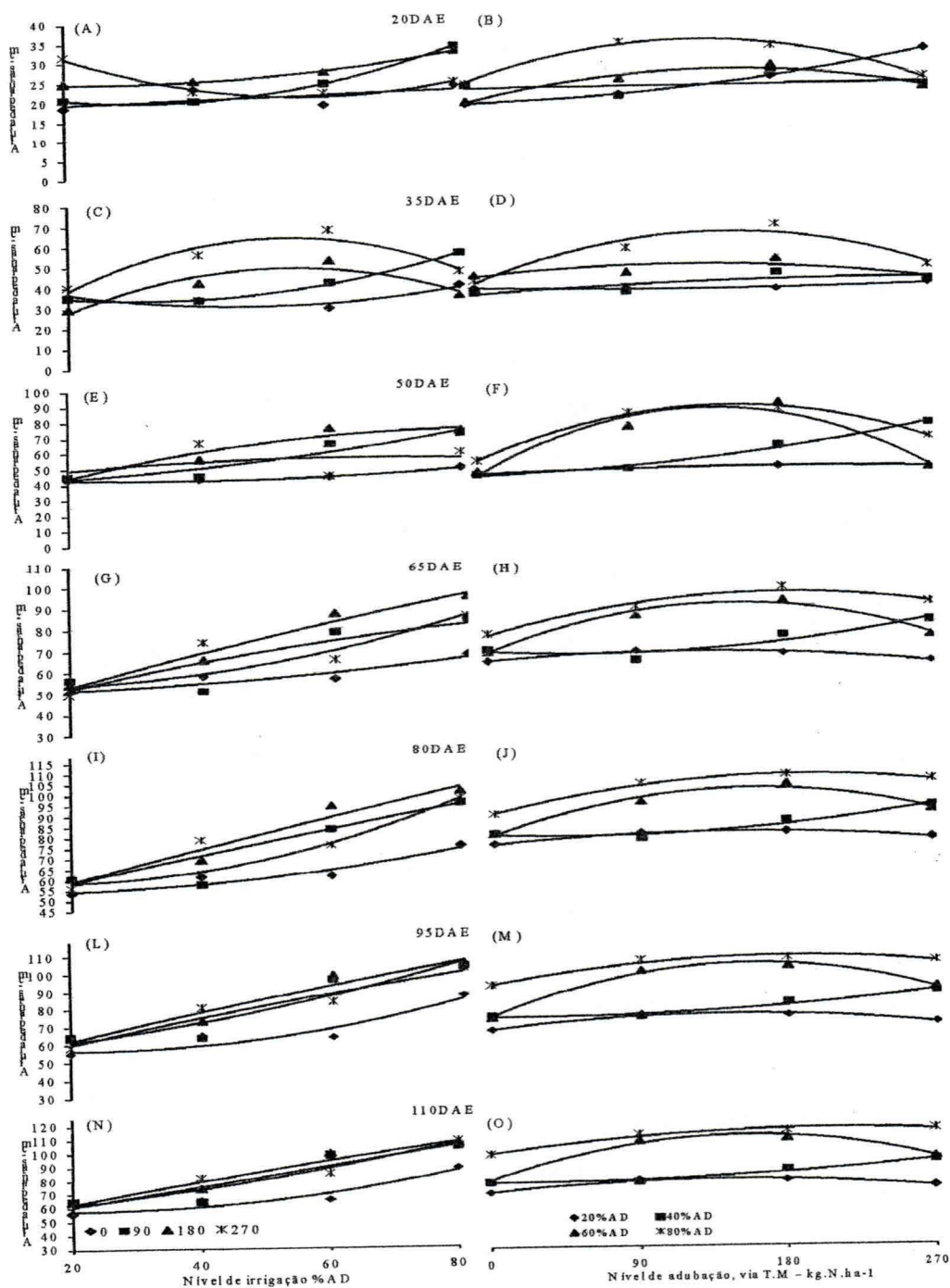


Figura 5. Análise de regressão para interação entre os diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada via torta de mamona (T.M) para variável a altura de plantas (AP), nos sete períodos de avaliação, Barbalha, CE, 2008

Tabela 4. Valores dos parâmetros e coeficientes de determinação das regressões, para a variável altura de plantas (AP), Barbalha, CE, 2008

20 Dias após a emergência - DAE								
Termos	Irrigação				Adubação			
	0	90	180	270	20	40	60	80
A	18,55**	22,425**	18,7**	23,975**	18,25**	26,1875**	26,562**	44,875**
B	0,0102 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,105**	0,15111**	0,057*	-0,3931*	-0,139 ^{ns}	-0,826**
C	0,0001 ^{ns}	0,00001 ^{ns}	0,0003**	0,00055**	-----	0,006**	0,002 ^{ns}	0,007**
R ²	0,28	0,32	0,95	0,98	0,28	0,99	0,99	0,97
35 - DAE								
A	49,00**	43,5**	30,81**	44,5**	36,125**	32,6625**	28,18**	38,337**
B	-0,77**	0,6162**	0,119 ^{ns}	-0,437*	0,02222 ^{ns}	0,0587 ^{ns}	0,27**	0,339**
C	0,0081**	0,0096**	0,004*	0,005**	0,00009 ^{ns}	-0,0001 ^{ns}	-0,009**	-0,001**
R ²	0,76	0,99	0,88	0,72	0,89	0,59	0,54	0,90
50 - DAE								
A	42,775**	42,088**	42,163**	49,325**	46,375**	39,688**	20,437**	40,5**
B	0,0281 ^{ns}	0,0204 ^{ns}	0,4531**	0,3397**	-0,244 ^{ns}	0,0843 ^{ns}	1,315**	0,485 ^{ns}
C	-7,00E-05 ^{ns}	0,0003**	-0,002**	-0,001**	0,0034 ^{ns}	0,0042 ^{ns}	-0,007**	-0,004 ^{ns}
R ²	0,99	0,99	0,93	0,99	0,98	0,90	0,91	0,09
65 - DAE								
A	50,975**	56,6**	55,675**	66,463**	50,5**	53,563**	35,813**	37,188**
B	0,0844**	-0,059*	0,4019**	0,2913**	0,0212 ^{ns}	-0,126 ^{ns}	0,9168**	0,8243**
C	-3,00E-04**	0,0005**	-0,001**	-8,00E-04**	0,0021 ^{ns}	0,0067**	-0,002 ^{ns}	-0,003 ^{ns}
R ²	0,96	0,86	0,97	0,96	0,84	0,8	0,97	0,72
80 - DAE								
A	53,563**	60,125**	60,063**	75,25**	54,625**	60,563**	43,125	45,438**
B	0,1076**	-0,04 ^{ns}	0,402**	0,2805**	-0,084 ^{ns}	-0,302 ^{ns}	0,8213	0,6794**
C	0,004**	0,0004**	-0,001**	0,0007**	0,004*	0,0095**	-9,00E-04	-8,00E-04 ^{ns}
R ²	0,99	0,94	0,97	0,99	0,90	0,90	0,94	0,85
95 - DAE								
A	55,275**	63,9**	64,188**	86,763**	60,688**	54,25**	44,43**	43,125**
B	0,135**	-0,008 ^{ns}	0,4659**	0,214**	-0,364 ^{ns}	0,2687 ^{ns}	0,91**	0,8862**
C	0,0004**	0,0002**	-0,001**	-0,0005**	0,0082**	0,0046*	-0,001 ^{ns}	-0,002 ^{ns}
R ²	0,97	0,96	0,98	0,97	0,89	0,85	0,94	0,93
110 - DAE								
A	60,688**	54,25**	44,437**	43,125**	55,275**	64,33**	65,688**	86,763**
B	-0,364 ^{ns}	0,2687 ^{ns}	0,91**	0,8862**	0,135**	-0,008 ^{ns}	0,467**	0,189**
C	0,0082**	0,0046*	-0,001 ^{ns}	-0,002 ^{ns}	0,0004**	0,0002**	-0,001**	0,0004**
R ²	0,88	0,85	0,94	0,93	0,97	0,96	0,98	0,97

Para equação polinomial de 2^o. grau: $Y = A + BX + CX^2$ e linear: $Y = A + BX$

Observando a Figura 5 e a Tabela 4, verifica-se que após os 35 DAE, o melhor desempenho ocorreu quando as plantas foram submetidas à combinação dos tratamentos 180 kg N ha⁻¹ (utilizando TM) com 80 %AD, que pode ser explicado pela maior disponibilidade de água no solo e a possível elevação da capacidade de armazenamento de água do mesmo, em função do conteúdo de matéria orgânica no solo. Uma das funções da adubação nitrogenada com fontes orgânicas é melhorar as condições físicas do solo evidenciadas pela altura das plantas aos 80DAE na combinação de 20% AD com 270 kg N ha⁻¹ (utilizando-se TM), que resultou em uma altura de plantas de 56,25cm 29,93 % inferior que a do tratamento de 60% AD com o mesmo nível de adubação. Os melhores resultados foram observados quando 60% AD 180 kg N ha⁻¹ (utilizando-se TM) com altura de plantas de mamoneira BRS Energia, foram superiores aos demais tratamentos (80 %AD).

De acordo com Azevedo & Beltrão (2007), o crescimento da mamoneira é influenciado pelo ambiente, principalmente pela água. Segundo Barros Jr. et al. (2004), a redução do conteúdo de água no solo afeta sensivelmente a altura e o diâmetro de caule das plantas sendo que, com uma redução de 40 a 60 % de água disponível, as plantas praticamente paralisam seu desenvolvimento e as taxas de crescimento absoluto e relativo do diâmetro caulinar da mamoneira crescem linearmente com o incremento dos níveis de reposição de água no solo (RODRIGUES et al., 2006), de acordo, portanto, com os resultados obtidos por Barros Jr. et al (2010) que, avaliando a altura de plantas de mamoneira irrigada em casa de vegetação com diferentes níveis de água no solo e suas implicações sobre o crescimento, observaram que as plantas dos tratamentos mantidos nos níveis de 40 e 60% AD apresentaram um crescimento praticamente paralisado ao longo do ciclo da cultura porém as plantas cujo solo em que foram cultivadas, se mantiveram com umidade de 80 e 100 % de água disponível, apresentando crescimento bem mais vigoroso.

Analisando-se a Figura 6 A, que se refere ao comportamento da altura de planta (AP) para os sete períodos de avaliação em função dos diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada via TM, observa-se um crescimento ascendente com o aumento da disponibilidade de água do solo. Verifica-se, ainda, que as plantas tiveram crescimento mais lento e não foram influenciadas pelos diferentes níveis de irrigação (AD), dos 20 até os 35 dias após emergência (DAE); dos 35 aos 110 DAE as plantas apresentaram um crescimento em AP acentuado com variações de crescimento entre os tratamentos com irrigação; o tratamento de irrigação com 80%AD foi o que

proporcionou resultados superiores aos demais com relação à altura das plantas, em 13,99%, quando comparado com o tratamento de 60% AD e 39,06%, em relação ao tratamento de 20% AD.

Muitos processos fisiológicos das plantas são afetados pela deficiência hídrica e, como o crescimento das plantas é controlado pela divisão celular, seguindo sua expansão, com uma quantidade de água insuficiente mantendo as células na zona de crescimento em condições de flacidez, ocorre uma redução no processo de divisão celular impedindo o crescimento vegetativo da planta fazendo com que as espécies submetidas a esta condição tenham crescimento lento (HSIAO, 1973 e LANCGER, 2000). Barros Jr. et al, (2010), trabalhando com a mamoneira variedade Nordestina, encontraram resultados similares para 100% AD.

Ainda se observa, nas Figuras 6 e 7, para os tratamentos com nitrogênio, diferença no crescimento em altura de plantas a partir dos 35 DAE, com menores médias de altura de plantas (18,5; 36,00; 46,00; 50,00; 53,00; 55,0; 55,70 cm, 20, 35, 50, 65, 80, 95 e 110 DAE, com 20% AD e 0 kg N ha⁻¹, respectivamente) para o tratamento com 0 kg N ha⁻¹ via torta de mamona (TM); o melhor desempenho foi para o tratamento de 180 kg N ha⁻¹ via TM, que resultou em uma altura de planta de 85,75 cm, 20,34% (final do ciclo) superior a altura de plantas de tratamento com 0 kg N ha⁻¹ via TM; para os demais tratamentos as alturas de planta aos 110 DAE foram: 82,44cm (90 kg N ha⁻¹ via torta de mamona - TM), e 82,62 (270 kg N ha⁻¹ via TM).

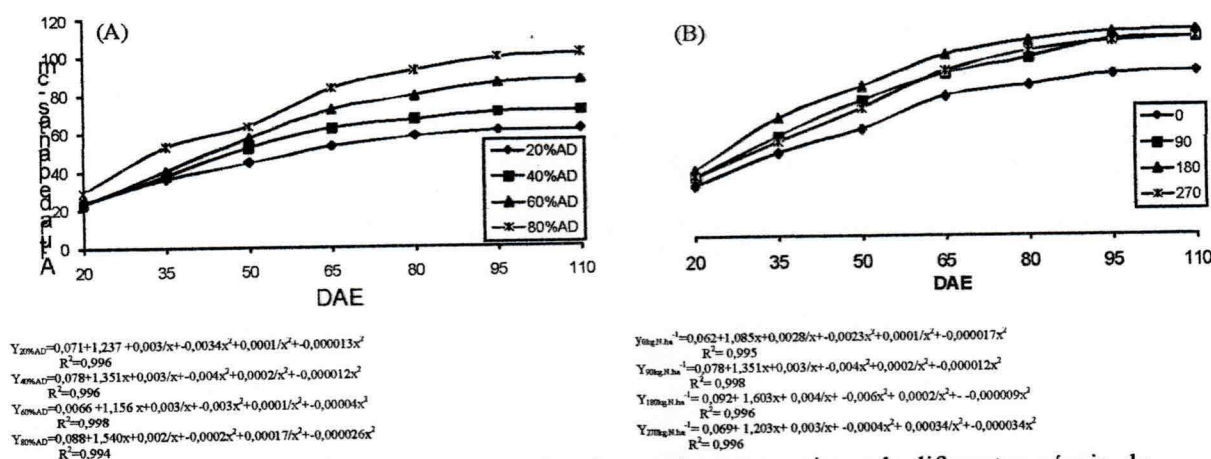


Figura 06. Evolução vegetativa da altura de plantas da mamoneira sob diferentes níveis de irrigação e diferentes níveis de adubação nitrogenada via torta de mamona em função dos dias após a germinação (DAE), Barbalha, CE, 2008

UFCC - BIBLIOTECA

3.2 Numero de folhas

A evolução do número de folhas (NF), no decorrer dos dias após a emergência (DAE) das plantas, pode ser analisada inicialmente, pela Tabela 5, na qual estão descritas as análises de variância dos 20 até os 110 DAE. Pode-se observar, ainda nesta tabela, que a interação dos fatores níveis de irrigação e adubação nitrogenada via torta de mamona, foram significativos a nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$), para o teste "F", (FERREIRA, 2000, SANTOS et al, 2006).

Tabela 5. Resumo das análises de variância do número de folhas por planta (NF) da mamoneira (BRS Energia) sob diferentes níveis de irrigação e doses de adubação nitrogenada aos 20, 35, 50, 65, 80, 95 e 110, dias após emergência (DAE). Barbalha, CE, 2008

FV	GL	Quadrados Médio						
		20DAE	35DAE	50DAE	65DAE	80DAE	95DAE	110DAE
Bloco	3	0,8	2,16	0,59	0,68	4,12	0,79	0,3
Irrigação(I)	3	8,51**	36,75**	79,05**	88,84**	138,54**	308,04**	317,64**
Resíduo (1)	9	0,65	2,8	2,5	4,15	1,25	2,69	1,93
Adubação(A)	3	8,3ns	5,16**	26,05**	67,97**	76,62**	41,54**	31,22**
Resíduo (2)	9	2,89	0,22	1,27	2,22	4,55	2,69	0,62
I*A	9	0,93ns	10,47**	14,84**	18,16**	13,86ns	19,72**	23,4**
Resíduo (3)	27	0,88	1,26	1,03	1,8	4,92	1,65	1,78
Total	63							
CV 1 (%)		13,11	16,75	12,51	12,83	6,15	8,13	7,41
CV 2 (%)		27,55	4,71	8,95	9,38	11,74	8,13	4,22
CV 3 (%)		15,25	11,26	8,04	8,46	12,2	6,37	7,13

(*) Significativo a nível de 5% de probabilidade, (**) Significativo a nível de 1% de probabilidade e ns, não significativo.

Com base na Figura 7 tabela 6, conclui-se que, quando as plantas foram submetidas a condições de restrição de água e irrigação, esta variável foi reduzida, ficando esta redução mais acentuada na fase inicial (Figura 7 A, 8 A e 9 B) para as plantas cultivadas com restrições hídricas (20 e 40%AD). Nota-se ainda comportamento semelhante para as plantas cultivadas sem adubação nitrogenada via torta de mamona (TM) (0 kg N ha⁻¹ via TM) e com 270 kg N ha⁻¹ via, TM. Segundo Barros Jr. et al, 2010, e Silva, 2008, plantas de mamona têm seu crescimento praticamente paralisado quando submetidas a condições de deficiência de água no solo. Crescimento em número

de folhas ficou praticamente paralisado após os 65 DAE para as plantas submetidas a nível de 20% AD, para os demais tratamentos se evidencia uma paralisação após os 95 DAE. Ainda segundo Barros Jr. et al, (2010), plantas de mamoneira da cultivar BRS Nordestina e Paraguaçu, não indicaram diferenças significativas quando cultivadas a 80 100% AD em número de folhas.

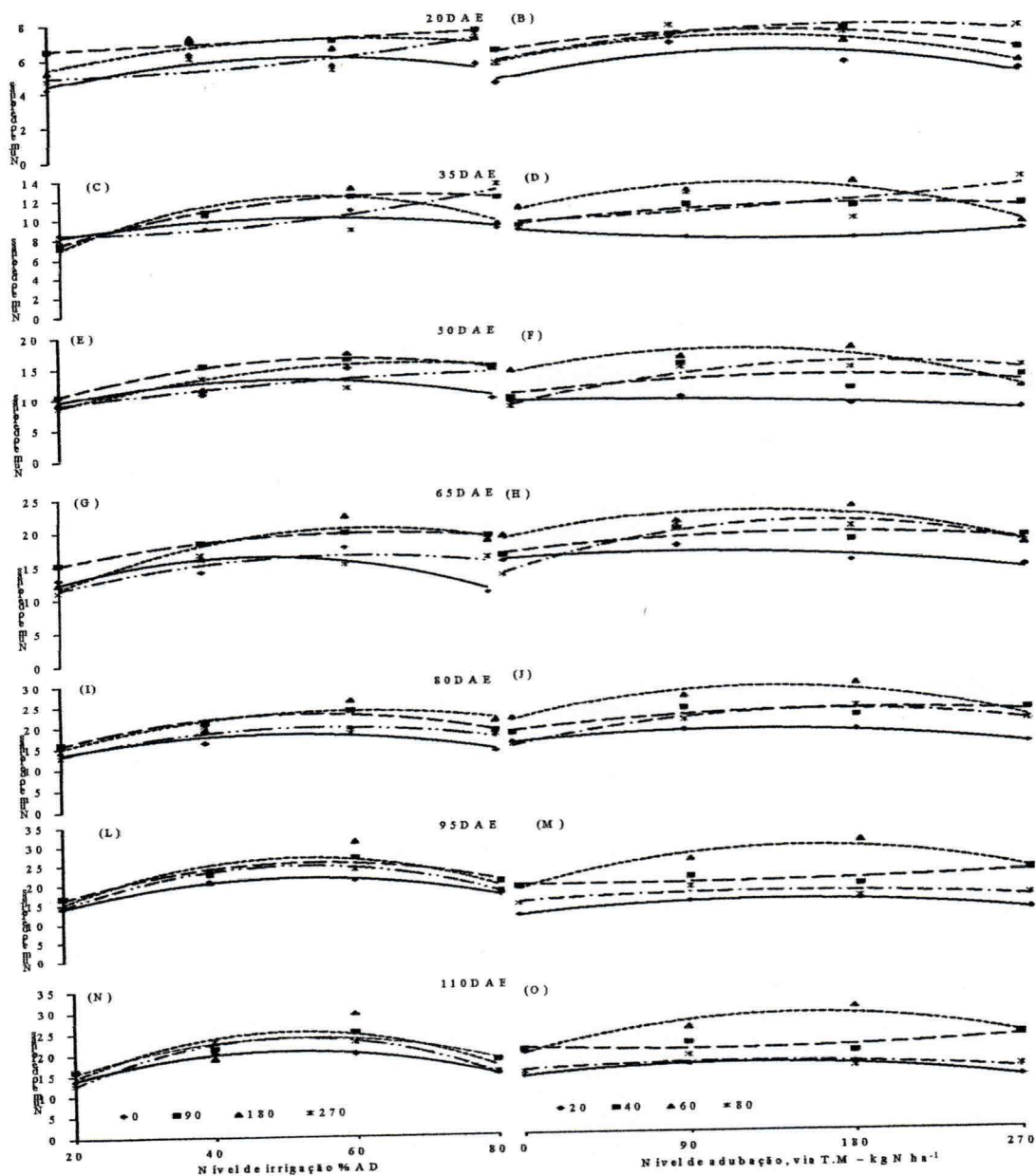


Figura 7. Análise de regressão para interação entre os diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada via torta de mamona (T.M) para a variável número de folhas (NF), para os sete períodos de avaliação, Barbalha, CE, 2008

Tabela 6. Valores dos parâmetros (A, B e C) e coeficientes de determinação (R^2) das regressões, para a variável número de folhas (NF), Barbalha; CE, 2008

20 Dias após a emergência - DAE								
Termos	Irrigação				Adubação			
	0	90	180	270	20	40	60	80
A	4,462**	6,2	5,562	5,662	2,125ns	6,25**	3,5**	5,06**
B	0,023*	0,016	0,021	0,019	0,14*	0,015ns	0,116ns	-0,013ns
C	0*	0	0	0	-0,001*	0,0001ns	0,0003ns	0,0004*
R^2	0,67	0,95	0,96	0,78	0,7	0,9	0,66	0,68
35 - DAE								
A	8,512**	9,112**	10,537**	9,387**	5,5**	6,875	-0,875ns	9,125**
B	-0,016ns	0,019*	0,042**	0,005ns	0,168*	0,075	0,48**	-0,055ns
C	0,000017ns	0,00002ns	0,00005**	0,00001*	-0,001ns		-0,004**	0,001ns
R^2	0,99	0,86	0,91	0,42	0,6	0,78	0,91	0,66
50 - DAE								
A	10,35**	11,437**	14,437**	9,787**	3,687*	2,937ns	1,5ns	5,687**
B	0,001ns	0,027**	0,05**	0,06**	0,368**	0,459**	0,42**	0,19*
C	0ns	0*	0**	0**	-0,003**	-0,003**	-0,003**	-0,001ns
R^2	0,92	0,21	0,89	0,91	0,5	0,99	0,8	0,68
65 - DAE								
A	4,75*	10,187**	1,437ns	5,437*	13,35**	14,462**	17**	10,875**
B	0,48**	0,298**	0,605**	0,36**	0,019ns	0,037**	0,073**	0,108**
C	-0,005**	-0,002*	-0,004**	-0,002**	0*	0*	0**	0**
R^2	0,66	0,99	0,84	0,76	0,74	0,53	0,82	0,93
80 - DAE								
A	13,975**	16,462**	18,812**	13,325**	5,562ns	4,75ns	4,25ns	4,312ns
B	0,037ns	0,042*	0,1**	0,082**	0,493**	0,672**	0,641**	0,545**
C	0*	0ns	0**	0**	-0,004**	-0,006**	-0,005**	-0,004**
R^2	0,99	0,67	0,9	0,97	0,74	0,94	0,76	0,79
95 - DAE								
A	2,562*	2,375ns	-3ns	-1,812ns	14,012**	21,2**	20,287**	17,175**
B	0,713**	0,851**	1,125**	1,004**	0,044**	-0,004ns	0,124**	0,025*
C	-0,006**	-0,007**	-0,01**	-0,009**	0**	0ns	0**	0*
R^2	0,98	0,91	0,64	0,97	0,99	0,42	0,92	0,38
110 - DAE								
A	2,312ns	2,625ns	-3,687ns	-5,812**	13,687**	20,512**	19,175**	15,212**
B	0,716**	0,797**	1,116**	1,145**	0,043**	-0,016ns	0,114**	0,024*
C	-0,007**	-0,007**	-0,01**	-0,011**	0**	0*	0**	0*
R^2	0,99	0,91	0,58	0,99	0,99	0,4	0,87	0,4

Para equação polinomial de 2º grau: $y = a + bx + cx^2$ e linear: $y = a + bx^2$

Verificou-se, entre os 65 e 110 DAS, que o nível de irrigação de 40% AD combinado com 180 kg N ha⁻¹ até 60% AD/180 kg N ha⁻¹ resultou em aumento progressivo do NF e os dados obtidos se ajustaram ao modelo polinomial do segundo grau, com decréscimos por aumento da adubação nitrogenada para mamona precoce cultivar BRS Energia, respectivamente (Figura 7 de F a O), proporcionando uma

elevação em número de folhas de 44% em relação ao tratamento com 80% AD/270 kg N ha⁻¹ (80 DAE) e 31,18% em comparação com o mesmo tratamento. Quando o tratamento de 60% AD/180 kg N ha⁻¹, é analisado em relação ao nível de 40% AD e 20% AD, mesmo com o nível de adubação nitrogenada de 180 kg N ha⁻¹, foi superior em todos os períodos de avaliação (COSTA et al, 2004).

Albuquerque et al 2006 trabalhando com fontes de adubação química e orgânica encontraram efeito significativo para altura de plantas e número de folhas em relação a adubação com fontes orgânicas (torta de mamona), já no crescimento inicial das plantas de mamoneira.

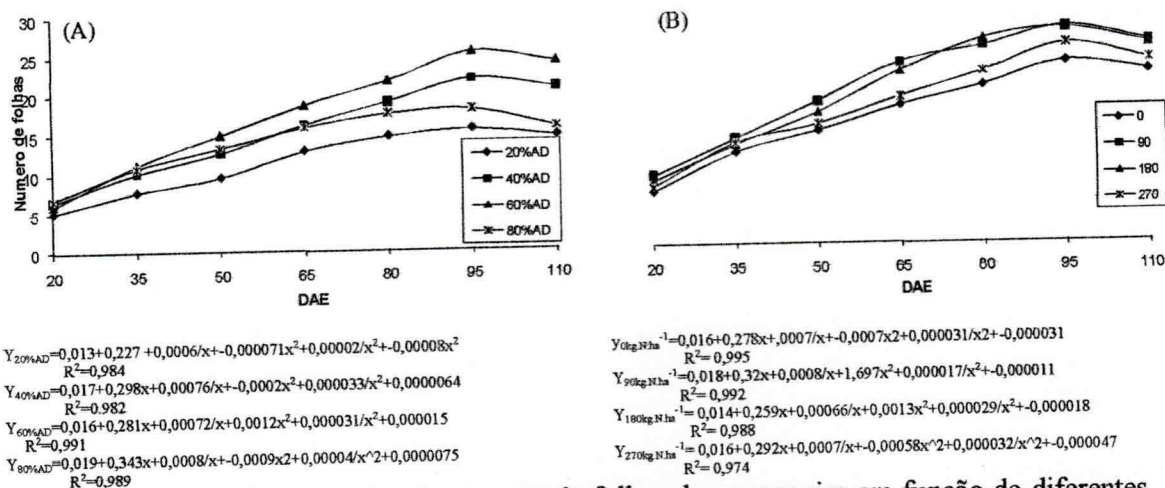


Figura 08. Evolução vegetativa do número de folhas da mamoneira em função de diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada via T.M, Barbalha-CE, 2008

4.3 Diâmetro caulinar

Encontram-se discriminados os resultados do resumo das análises de variância para a variável diâmetro caulinar (DC), na Tabela 7. De acordo com esses resultados, verifica-se a existência de efeito significativo tanto para o fator lâmina, quanto para o fator adubação, a nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$), em todas as épocas de avaliação. Tanto para o efeito isolado dos fatores quanto para a interação, indicando que existe dependência entre os fatores estudados influenciando o diâmetro caulinar seguindo a mesma tendência da altura de plantas que foi significativa, para todas as épocas de avaliação.

Tabela 07. Resumo das análises de variância do diâmetro caulinar (DC) da mamoneira (BRS Energia) sob diferentes níveis de irrigação e doses de adubação nitrogenada aos 20, 35, 50, 65, 80, 95 e 110, dias após emergência (DAE). Barbalha, CE, 2008

FV	GL	Quadrados Médio						
		20DAE	35DAE	50DAE	65DAE	80DAE	95DAE	110DAE
Bloco	3	0,36	1,07	1,54	1,22	0,84	0,8	0,75
Irrigação(I)	3	104,16**	138,13**	169,58**	145,84**	107,77**	94,41**	91,61**
Resíduo (1)	9	0,34	0,77	0,72	0,62	0,53	0,45	0,47
Adubação(A)	3	3,03**	17,35**	25,11**	25**	28,15**	28,98**	29**
Resíduo (2)	9	0,21	1,32	0,39	0,59	0,55	0,48	0,41
I*A	9	2,78**	3,45	6,95**	9,77**	14,12**	14,88**	15,49**
Resíduo (3)	27	0,32	1,01ns	0,52	0,32	0,23	0,19	0,2
Total	63							
CV 1 (%)		10,2	8,91	6,74	5,55	4,84	4,37	4,41
CV 2 (%)		8,15	11,69	4,99	5,41	4,91	4,46	4,09
CV 3 (%)		9,99	10,22	5,74	4,02	3,2	2,84	2,87

Unidade de medida em: mm. Unidade de medida em: cm. (*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade, (**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade e ns, não significativo.

Conclui-se, através da Figura 9 e Tabela 8, que na fase inicial (20 DAE) o diâmetro caulinar tal como a altura de plantas, apresenta desenho indeterminado quando submetido a diferentes níveis de irrigação, fato explicado pela irrigação de uniformização realizada no período que se estendeu do plantio até os 10 dias após a emergência das plantas.

Ainda se constata analisando a Figura 9 e Tabela 8, que quando as plantas de mamoneira precoce foram submetidas aos diferentes níveis de irrigação, obtiveram os melhores valores de diâmetro caulinar para os níveis de irrigação de 60% água disponível (AD), com 90 kg N ha⁻¹, via torta de mamona (TM), isto quando avaliado aos 35 DAE; nas demais avaliações subsequentes notaram-se em todas as épocas de avaliação que esses valores tenderam a se reduzir quando o valor da adubação foi elevado para 270 kg N ha⁻¹.

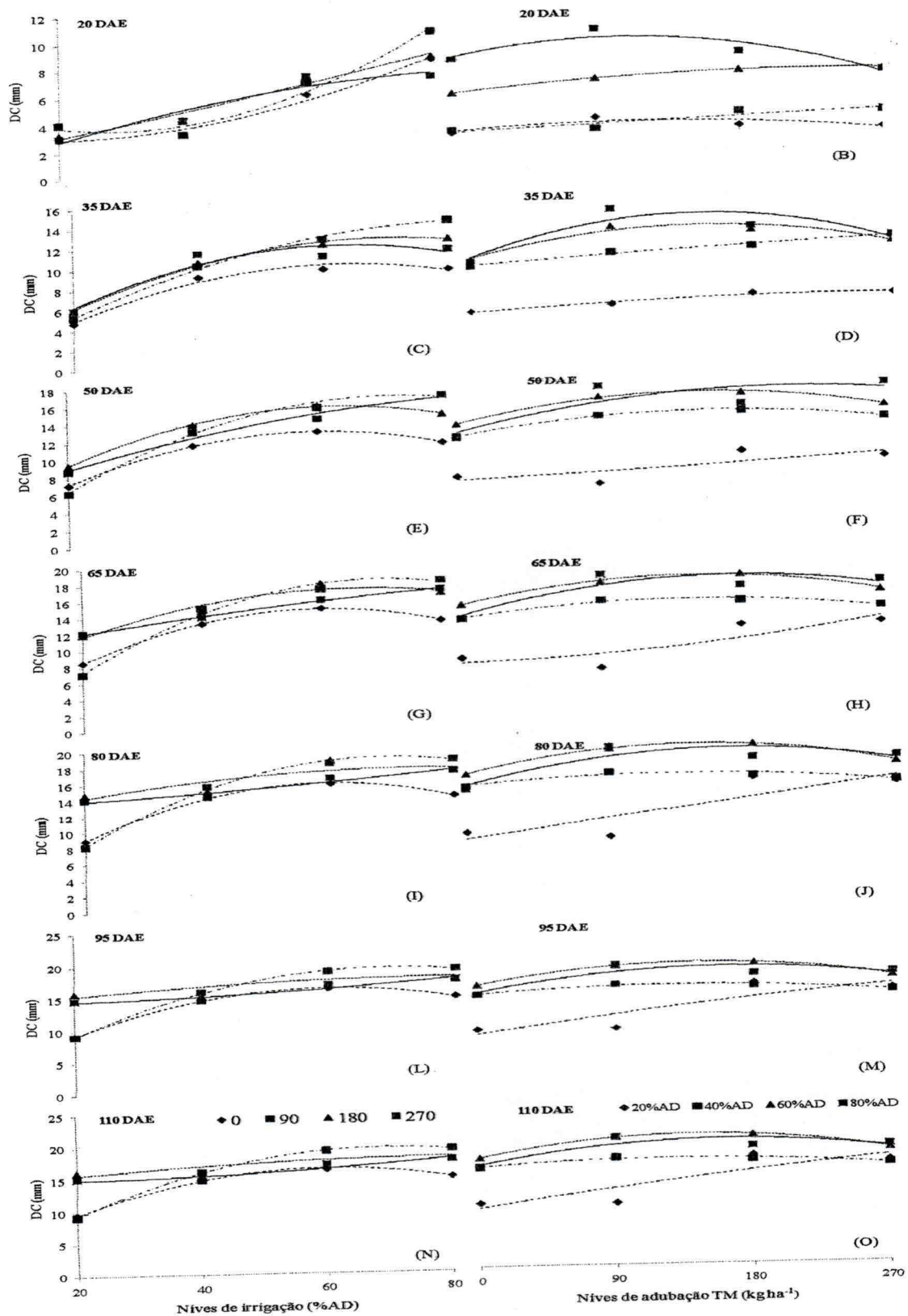


Figura 9. Análise de regressão para interação entre os diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada via torta de mamona (T.M) para a variável diâmetro caulinar (DC), para os sete períodos de avaliação Barbalha, CE, 2008

Tabela 8. Valores dos parâmetros (A, B e C) e coeficientes de determinação (R^2) das regressões, para a variável diâmetro caulinar (DC), Barbalha, CE, 2008

20 Dias após a emergência - DAE								
Termos	Irrigação				Adubação			
	20	40	60	80	0	90	180	270
A	3,455**	6,041**	1,635*	-0,039ns	3,269**	3,208**	6,03**	8,707**
B	-0,05ns	-0,163**	0,073ns	0,162**	0,009ns	0,004ns	0,012*	0,023**
C	0,001**	0,002**	0,00001ns	0,0002*	0*	0*	0ns	0**
R^2	0,98	0,97	0,97	91,00%	0,63	0,77	0,99	0,85
35 - DAE								
A	-1,095ns	-0,853ns	-0,017ns	-0,22ns	4,752**	9,266**	9,92**	9,973**
B	0,36**	0,354**	0,363**	0,39**	0,01ns	0,01ns	0,037**	0,052**
C	-0,002**	-0,002**	-0,002**	-0,003**	0,0002ns	0,002ns	0,00002**	0,0001**
R^2	0,97	0,99	0,99	0,89	0,94	0,97	0,92	0,77
50 - DAE								
A	6,856**	11,618**	12,971**	12,069**	6,856**	11,618**	12,971**	12,069**
B	0,006ns	0,029**	0,04**	0,042**	0,006ns	0,029**	0,04**	0,042**
C	0,0001ns	0,0002**	0,0002**	0,00004**	0,0001ns	0,0001**	0,00023**	0,00012**
R^2	0,48	0,99	0,99	0,63	0,48	0,99	0,99	0,63
65 - DAE								
A	0,6ns	-3,388**	5,956**	9,825**	7,98**	13,275**	14,829**	13,596**
B	0,475**	0,623**	0,342**	0,123**	0,003ns	0,024**	0,04**	0,048**
C	-0,003**	-0,004**	-0,002**	0ns	0,0001*	0,00019**	0,000123**	0,0008**
R^2	0,99	0,98	0,94	0,99	0,68	0,94	0,99	0,73
80 - DAE								
A	0,346ns	-2,169**	11,587**	13,321**	8,273**	14,436**	15,751**	14,444**
B	0,522**	0,617**	0,163**	0,028ns	0,023**	0,016**	0,042**	0,046**
C	-0,004**	-0,004**	-0,001**	0ns	0ns	0**	0**	0**
R^2	0,99	0,99	0,64	0,92	0,69	0,86	0,99	0,75
95 - DAE								
A	0,646ns	-0,684ns	13,558**	14,41**	8,524**	14,722**	16,15**	14,998**
B	0,519**	0,576**	0,107**	-0,001ns	0,033**	0,016**	0,042**	0,043**
C	-0,004**	-0,004**	0*	0ns	0ns	0**	0**	0**
R^2	0,99	0,99	0,44	0,84	0,71	0,91	0,99	0,71
110 - DAE								
A	1,068ns	-0,62ns	13,906**	14,979**	8,754**	14,9**	16,246**	15,161**
B	0,508**	0,579**	0,098**	-0,014ns	0,032**	0,014**	0,044**	0,042**
C	-0,004**	-0,004**	0ns	0ns	0ns	0**	0**	0**
R^2	0,99	0,99	0,4	0,82	0,71	0,89	0,99	0,7

Para equação polinomial de 2º grau: $y = a + bx + cx^2$ e linear: $y = a + bx$

Segundo Beltrão et al (2006) a mamoneira não se desenvolve bem com excesso de umidade no solo. O que pode ter ocorrido, já que o fornecimento de nitrogênio foi por meio de uma fonte orgânica (torta de mamona - TM) e de acordo com Kiel, 1979, a matéria orgânica eleva a capacidade de retenção de água do solo.

Os menores valores foram observados quando as plantas de mamona precoce foram submetidas a níveis de 20 e 40 % de água disponível (AD), sem adubação nitrogenada (via torta de mamona - TM), 9,5 (20% AD/0 kg N ha⁻¹) 9, 275 (20% AD/90 kg N ha⁻¹); 16 127 (20% AD/180 kg N ha⁻¹) e 15,15 mm (20% AD/270 kg N ha⁻¹); e os melhores resultados de diâmetro caulinar foram para; 16,22 mm (60% AD/0 kg N ha⁻¹); 19,042mm (60% AD/90 kg N ha⁻¹); 19,122 mm (60% AD/180 kg N ha⁻¹); 16,95 mm (60% AD/180 kg N ha⁻¹); porém quando as plantas foram submetidas a 20% AD esta variável cresceu linearmente com o incremento do nível de adubação nitrogenada via torta de mamona; esta resposta da cultura nas condições em que foi conduzida a pesquisa comprova a tese de que a aplicação de matéria orgânica no solo melhora as propriedades, não só químicas do solo mas também as físicas, permeabilidade e armazenamento hídrico, possibilitando que a cultura cresça em ambiente com escassez de água. Lacerda (2006), trabalhando com cultivares de ciclo longo encontrou resultados semelhantes para diâmetro caulinar em condições de restrições hídricas e 100% AD.

Verifica-se na Figura 10 A, que os níveis de irrigação de 60 e 80% AD, proporcionaram os maiores rendimentos do diâmetro caulinar; seguido a mesma tendência o nível de irrigação que desempenhou o pior resultado foi 20% AD; nos diferentes níveis de adubação nitrogenada, via torta de mamona, o melhor resultado após os 65 DAE foi 180kg N ha⁻¹, sendo que nos dias anteriores o pior resultado foi quando as plantas foram cultivadas com 0kg N ha⁻¹ respectivamente. Rodrigues et al (2006), pesquisando o desenvolvimento de cultivar de mamona de ciclo longo observaram redução significativa para altura de plantas e área foliar e diâmetro caulinar para condições de restrição hídrica em todas as fase de crescimento.

UFPA - BIBLIOTECA

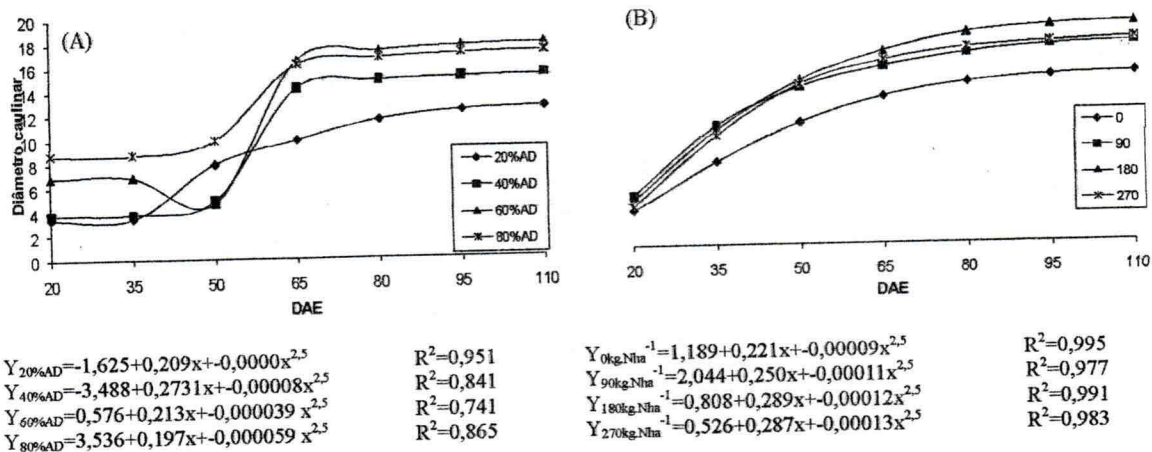


Figura 10. Evolução vegetativa do diâmetro caulinar da mamoneira em função de diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada via T.M, Barbalha-CE, 2008

4.4 Área foliar

Indicadora da capacidade fotossintética de um vegetal, a área foliar é uma das mais relevantes de crescimento de plantas a ser estudada, principalmente quando se estudam relações água-solo-planta, estando estreitamente correlacionada com as questões importantes do metabolismo da planta, qualidade final do produto e da matéria seca (SILVA et al 2000 e RIBEIRO, et al 2009). Analisando os dados da variável área foliar (AF) no resumo da análise de variância (Tabela 7) verifica-se que ela mantém a mesma tendência de comportamento das demais variáveis avaliadas nesta pesquisa (AP, NF) já que os fatores testados (Nível de irrigação e adubação nitrogenada via torta de mamona) foram estatisticamente significativos a nível de 1% ($p < 0,01$) já na fase inicial de crescimento observado pela aplicação do teste "F", para todas as épocas de crescimento.

Silva (2008), trabalhando diferentes lâminas de irrigação e densidade de plantio, encontrou efeito significativo para área foliar a nível de 1% de probabilidade para a cultivar BRS Energia, aos 40, 60, 80 e 110 DAE, porém a interação lâmina de irrigação e população de plantas não foi significativa. Analisando a Figura 8 verifica-se um comportamento indeterminado desta variável até os 35 DAE, em função dos níveis de irrigação, justificado por conta da realização das irrigações desde a ocasião do plantio até os 20DAE, que objetivava uniformizar a germinação e o crescimento cultura das plantas.

Tabela 9. Resumo das análises de variância da área foliar (AF) da mamoneira (BRS Energia) sob diferentes níveis de irrigação e doses de adubação nitrogenada aos 20, 35, 50, 65, 80, 95 e 110, dias após emergência (DAE). Barbalha, CE, 2008

FV	GL	Quadrados Médio						
		20 DAE	35 DAE	50 DAE	65 DAE	80 DAE	95 DAE	110 DAE
Bloco	3	60,98	35654,59	60166,15	12005,29	16143,97	57741,55	68985,37
Irrigação(I)	3	6245,05**	587830,24**	2849643,12**	4569333,34**	8585656,99**	26740912,04**	27011334,23**
Resíduo (1)	9	85,71	14756,89	4943,26	9687,2	41423,4	82730,76	35031,91
Adubação(A)	3	5652,33**	266982,53**	1614543,52**	5383835,05**	9894353,44**	16835613,03**	7043342,93**
Resíduo (2)	9	284,06	3974,65	10400,68	21478,71	16854,66	69409	65581,81
I*A	9	2637,33**	244624,16**	832978,8**	2217121,29**	5648145,55**	8705995,36**	6584731,69**
Resíduo (3)	27	235,25	11143,02	10581,91	17319,8	49944,36	28332,93	35665,37
Total	63							
CV 1 (%)		6,54	19,62	6,26	5,72	8,2	9,45	7,4
CV 2 (%)		11,91	10,18	9,07	8,52	5,23	8,65	10,13
CV 3 (%)		10,84	17,05	9,15	7,65	9	5,53	7,47

Unidade de medida em: cm². Unidade de medida em: cm. (*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade, (**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade e ns, não significativo

Conclui-se, através da Figura 11 e Tabela 10, que para o nível de irrigação o pior resultado foi encontrado para 20 e 40% AD combinado com o tratamento de 0 kg N ha⁻¹, mesmo se modificando positivamente com o aumento das doses de nitrogenada (0, 90, 180 e 270 kg N ha⁻¹) verificado nas etapas de crescimento, que foram dos 20 até os 65 DAE. Tal resposta evidencia uma melhora na capacidade de retenção de água do solo e uma demanda não muito acentuada neste período, já que após os 80 DAE isto não se repetiu ocasionando baixa disponibilidade de água no solo quando cultivado nessas condições.

Para os tratamentos de 60 e 80% AD, os melhores resultados foram observados quando as plantas foram submetidas a condição de 60 e 80% AD com 180 kg N ha⁻¹, obtendo-se resultados praticamente iguais para a variável área foliar em todas as épocas de crescimento das plantas.

Para os tratamentos com nível de adubação de 0 kg N ha⁻¹ combinado com os diferentes níveis de irrigação, os valores da área foliar cresceram positivamente com o incremento da elevação da água disponível para as plantas, indicando a importância de irrigações bem manejadas e com elevado conteúdo de água disponível no solo para as plantas. Silva (2008), Lacerda (2006) e Barros Jr. et al (2008), trabalhando com diferentes níveis de disponibilidade de água no solo e diferentes lâminas de irrigação, encontraram resultados semelhantes para cultivares de mamona BRS – Nordestina,

Paraguaçu e Energia, em que todas as variáveis de crescimento de mamona tiveram um incremento em seus valores com o acréscimo dos níveis e irrigação de lâmina de aplicação de água.

No nível de adubação de 270 kg N ha⁻¹ com 80 % AD, a área foliar foi 57,76% (80 DAE) inferior a do tratamento de 180 kg N ha⁻¹ com 60% AD, tal resultado pode ser explicado pois, segundo Kiel, (1979), a matéria orgânica altera as características físicas do solo, elevando sua capacidade de armazenamento de água e conferindo água em excesso para a zona radicular da cultura quando cultivada com 270 kg N ha⁻¹ com 80% AD.

Na adubação nitrogenada via torta de mamona, com o nível de 0 kg N ha⁻¹ com 20 e 40 % AD e 90 kg N ha⁻¹ com 20 e 40% AD, foram os fatores nos quais se observaram os piores resultados, em todas as épocas de cultivo, o que se confirma em consequência da deficiência hídrica nas plantas, reduz o crescimento das folhas, ocasionando interferência na realização da fotossíntese e na expansão foliar, tornando-se cada vez mais difícil a reversão do quadro crítico, de deficiência de água no qual a cultura se encontra e se agrava com o passar do tempo.

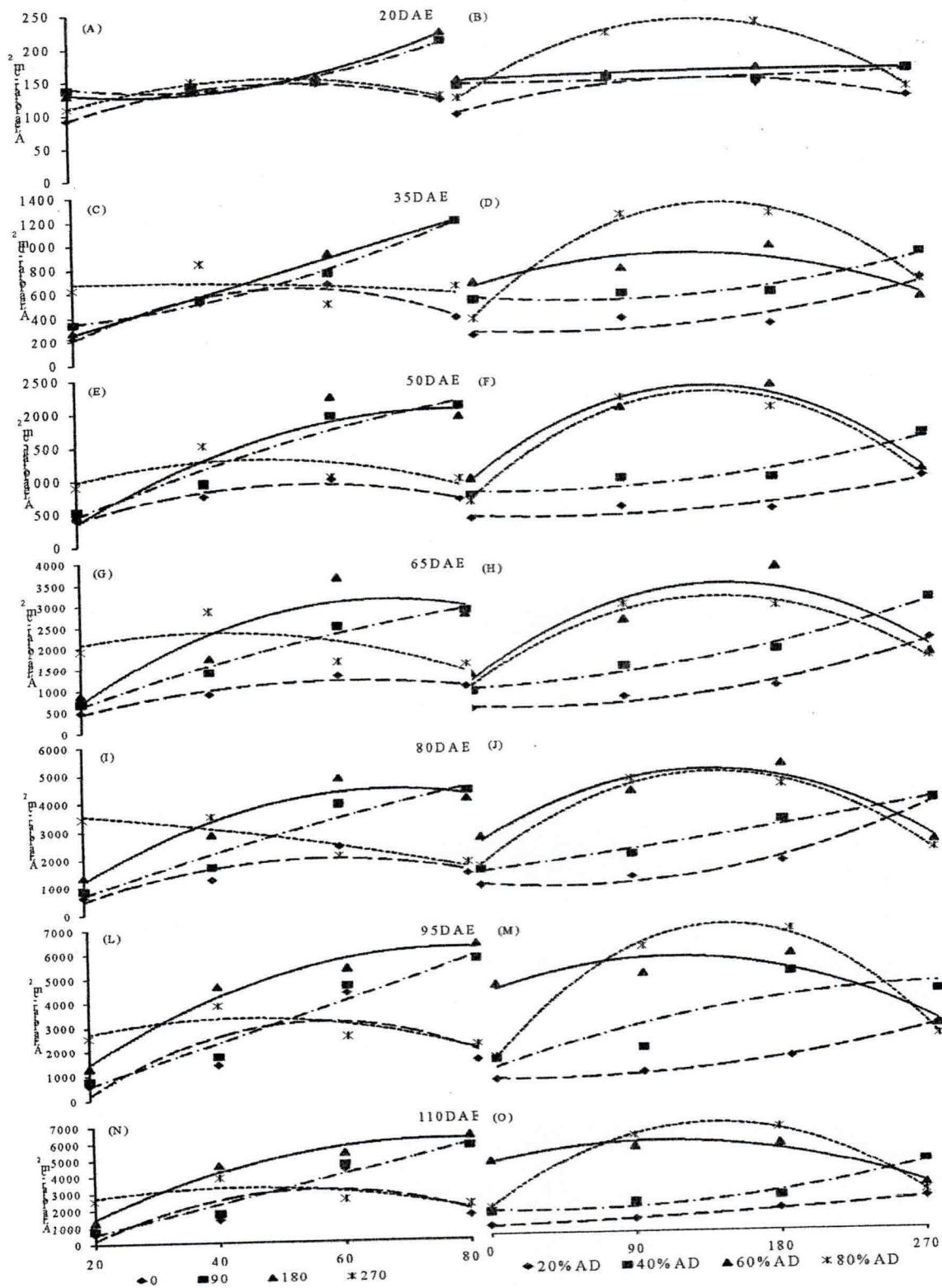


Figura 11. Análise de regressão para interação entre os diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada via torta de mamona (T.M) para a variável área foliar - cm^2 (AF), para os sete períodos de avaliação Barbalha, CE, 2008

Tabela 10. Valores dos parâmetros (A, B e C) e coeficientes de determinação (R^2) das regressões, para variável a área foliar (AF), Barbalha, CE, 2008

20 Dias após a emergência - DAE								
Termos	Irrigação				Adubação			
	20	40	60	80	0	90	180	270
A	93,77**	135,73**	140,72**	113,24**	14,95*	175,93**	163,09*	41,72*
B	0,59**	-0,016ns	0,092ns	1,58**	4,70**	-2,50**	-2,37**	4,18**
C	-0,002**	0ns	0ns	-0,005**	-0,043**	0,04**	0,037**	-0,04**
R^2	0,93	0,53	0,76	0,99	0,99	0,95	0,98	0,99
35 - DAE								
A	251,84**	525,07**	613,59**	366,37**	-424,46**	309,90ns	-34,13ns	645,35**
B	-0,66*	-1,18ns	3,88**	12,13**	38,86**	-0,78ns	14,89*	2,45ns
C	0,007*	0,008**	-0,015**	-0,041**	-0,362**	0,141*	0,001ns	-0,043ns
R^2	0,81	0,91	0,76	0,99	0,95	0,99	0,99	0,13
50 - DAE								
A	435,69**	784,55**	928,66**	678,33**	-386,5**	-386,3**	-975,6**	371,85**
B	-1,023*	-0,715*	18,266**	20,327**	46,72**	45,587**	75,581**	38,471**
C	0,009**	0,011**	-0,066**	-0,072**	-0,42**	-0,179**	-0,479**	-0,402**
R^2	0,84	0,89	0,97	0,97	0,94	0,93	0,85	0,48
65 - DAE								
A	515,11**	911,04**	1096,5**	997,09**	-428,1*	-480,1**	-1773**	1314,4**
B	-1,952ns	1,781ns	28,974**	26,883**	51,926**	59,413**	144,56**	51,195**
C	0,025**	0,019*	-0,098**	-0,093**	-0,427**	-0,225**	-1,078**	-0,638**
R^2	0,97	0,97	0,85	0,98	0,92	0,97	0,82	0,51
80 - DAE								
A	679,25**	1143,4**	2211,2**	1383,6**	-1476**	-996,6**	-2014**	3877,4**
B	-5,486**	7,283**	35,286**	44,706**	118,01**	88,989**	188,19**	-11,81*
C	0,057**	0,005ns	-0,131**	-0,161**	-1,015**	-0,263ns	-1,386**	-0,209ns
R^2	0,98	0,97	0,90	0,98	0,75	0,93	0,92	0,86
95 - DAE								
A	600,34**	1034,9**	4085,9**	1364,7**	-3985**	-1104**	-2521**	1273,9**
B	-1,704ns	21,129**	21,122**	72,563**	253,82**	82,658**	228**	92,608**
C	0,032**	-0,035**	-0,097**	-0,258**	-2,265**	0,049ns	-1,503**	-1,059**
R^2	0,99	0,73	0,82	0,99	0,60	0,95	0,96	0,62
110 - DAE								
A	419,14**	1214,9**	3729,3	1343,3	-3626**	-1474**	-457,4ns	-508,7ns
B	2,263ns	-3,093	18,653	61,038	224,4**	99,326**	66,808**	144,76**
C	0,007ns	0,042	-0,087	-0,217	-1,969**	-0,195ns	0,1ns	-1,463**
R^2	0,99	0,96	0,95	0,99	0,61	0,92	0,94	0,62

Para equação polinomial de 2^o grau: $y = a + bx + cx^2$ e linear: $y = a + bx^2$

Na Figura 12 A e 12 B é possível verificar, que ao longo do período, as plantas tiveram expansão de área foliar até os 95 DAE, com exceção para os tratamentos de 270 kg N ha⁻¹ e 20 DAE, nos quais se pode verificar declínio das curvas de crescimento. Foi nos tratamentos de 60% AD e 180 kg N ha⁻¹ que se obtiveram os melhores resultados de área foliar aos 95 DAE; Silva, 2008, encontrou trabalhando com a mesma cultivar e nas

mesmas condições resultados semelhantes para lâminas de 679,75 mm e 479,75, cujas plantas tiveram crescimento em área foliar até os 80 e 100 DAE, respectivamente (RIBEIRO, et al 2009).

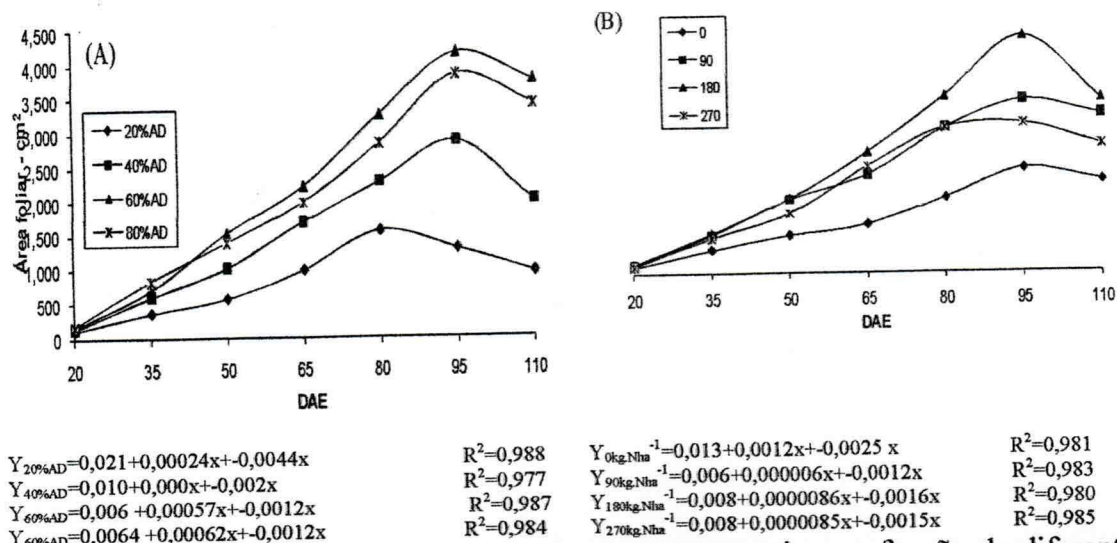


Figura 12. Evolução vegetativa da área foliar da mamoneira em função de diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada via T.M, Barbalha-CE, 2008

4.5 Comprimento do cacho e Numero de frutos por cacho

Encontram-se discriminados os resultados dos resumos das análises de variância para as variáveis comprimento de cacho (CC) e numero de frutos por cacho (NFC) na Tabela 11. De acordo com esses resultados, nota-se efeito significativo, tanto para o fator lâmina quanto para o fator adubação, a nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$), em todas as épocas de avaliação, tanto para o efeito isolado dos fatores quanto para a interação, indicando haver dependência entre as variáveis estudadas, sendo influenciadas seguindo a mesma tendência do CC e NFC que foi significativa, para todas as épocas de avaliação.

Tabela 11. Resumo das análises de variância do comprimento do cacho (CC) e número de frutos por cacho (NFC) da mamoneira (BRS Energia) precoce irrigada com diferentes níveis de irrigação e doses de adubação nitrogenada aos 65, 80 e 95, dias após emergência (DAE). Barbalha, CE, 2008

Comprimento de cacho (CC)				
FV	GL	Quadrado Médio		
		65 DAE	80 DAE	95 DAE
Bloco	3	1,9 ns	356,77ns	4,42ns
Irrigação(I)	3	1142,77**	1033,53ns	2314,89**
Resíduo (1)	9	2,44	397,8	5,56
Adubação(A)	3	310,51**	873,93ns	458,53**
Resíduo (2)	9	0,93	417,72	3,38
I*A	9	20,05**	325,25ns	97,62**
Resíduo (3)	27	2,51	391,31	2,99
Total	63			
CV 1 (%)		7,44	64,31	7,1
CV 2 (%)		4,6	65,9	5,54
CV 3 (%)		7,54	63,78	5,21
Numero de frutos por cacho (NFC)				
Bloco	3	0,27ns	7,39ns	4,42ns
Irrigação(I)	3	1142,77**	1033,53ns	2314,89**
Resíduo (1)	9	2,44	397,8	5,56
Adubação(A)	3	310,51**	873,93ns	458,53**
Resíduo (2)	9	0,93	417,72	3,38
I*A	9	20,05**	325,25ns	97,62**
Resíduo (3)	27	2,51	391,31	2,99
Total	63			
CV 1 (%)		7,44	64,31	7,10
CV 2 (%)		4,60	65,90	5,54
CV 3 (%)		7,54	63,78	5,21

Observando a Figura 13 e Tabela 12, verifica-se que, quando as plantas de mamoneira precoce foram submetidas aos diferentes níveis de irrigação obtiveram-se melhores valores de número de frutos (NFC) por cacho e comprimento de cacho (CC) para os níveis de irrigação de 80 % água disponível (AD), com 270 kg N ha⁻¹, via torta

de mamona (TM), observou-se quando avaliado aos 65 DAE, nas demais avaliações subsequentes que em todas as épocas de avaliação esses valores tenderam a se reduzir quando o valor da adubação foi elevado para 270 kg N ha⁻¹.

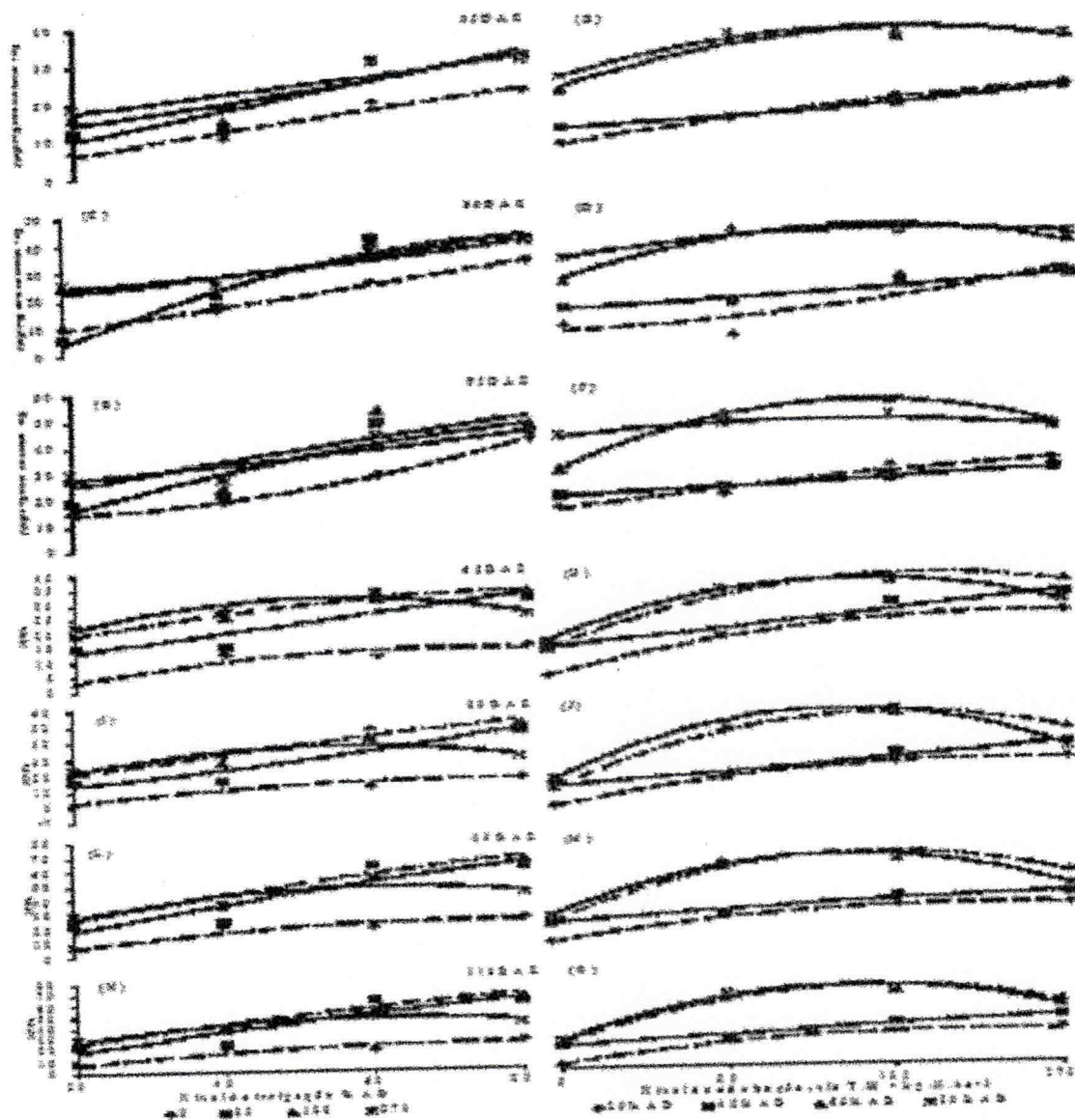


Figura 13. Análise de regressão para interação entre os diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada via torta de mamona (T.M) para a variável comprimento do cacho (CC) e número de frutos por cacho (NFC), Barbalha, CE, 2008

Os menores valores foram observados quando as plantas de mamona precoce foram submetidas a níveis de 20 de água disponível (AD), sem adubação nitrogenada (via torta de mamona - TM), cachos com comprimento de 30 cm em média 9,5 (20% AD/0 kg N ha⁻¹); porém quando as plantas foram submetidas a 60% AD esta variável

creceu positivamente com o incremento do nível de adubação nitrogenada via torta de mamona de 185 kg N ha⁻¹; esta resposta da cultura nas condições em que foi conduzida a pesquisa, comprova a tese de que a aplicação de fertilizante nitrogenado no solo por meio de matéria orgânica, melhora as propriedades físicas do solo possibilitando que a cultura cresça em ambiente com menores quantidades de água.

Tabela 12. Valores dos parâmetros (A, B e C) e coeficientes de determinação (R²) das regressões, para a variável comprimento do cacho e número de frutos por cacho (NFC), Barbalha, CE, 2008

Comprimento do cacho								
65 - DAE								
Termos	Irrigação				Adubação			
	0	90	180	270	20	40	60	80
A	0,012ns	2,593ns	10,600**	13,381**	6,776 **	10,095**	19,863**	22,56**
B	0,323**	0,371**	0,168ns	0,207*	0,064**	0,029**	0,134**	0,115**
C	0,000ns	0,000ns	0,001ns	0,000ns	-0,000ns	---	-0,000**	-0,000**
R ²	0,96	0,82	0,8	0,78	0,99	0,98	0,91	0,93
80 - DAE								
A	2,975 ns	91,018**	18,687ns	22,8ns	15,447ns	15,853ns	26,267*	33,045**
B	0,320ns	-2427ns	0,173ns	0,067ns	0,392*	0,026ns	0,199ns	0,095ns
C	0,000ns	0,023ns	0,001ns	0,001ns	-0,001*	0,000ns	-0,000ns	-0,000ns
R ²	0,99	0,48	0,76	0,86	0,45	0,97	0,92	0,96
95 - DAE								
A	13,912**	-1,381 ns	15,418**	24,262**	13,761**	18,662**	28,661**	41,027**
B	-0,087ns	0,944**	0,496**	0,171ns	0,084**	0,027ns	0,296**	0,070**
C	0,005**	-0,004**	-0,000ns	0,001ns	-0,000ns	0,000ns	-0,000**	-0,000**
R ²	0,99	0,78	0,6	0,67	0,94	0,99	0,99	0,88
Número de frutos por cacho (NFC)								
65 - DAE								
A	0,012ns	2,593 ns	10,600**	13,381**	6,776 **	10,095**	19,863**	22,56**
B	0,323**	0,371**	0,168ns	0,207*	0,064**	0,029**	0,134**	0,115**
C	0,000ns	0,000ns	0,001ns	0,000ns	-0,000ns		-0,000**	-0,000**
R ²	0,96	0,82	0,8	0,78	0,99	0,98	0,91	0,93
80 - DAE								
A	2,975 ns	91,018**	18,687ns	22,8ns	15,447ns	15,853ns	26,267*	33,045**
B	0,320ns	-2,427ns	0,173ns	0,067ns	0,392*	0,026ns	0,199ns	0,095ns
C	0,000ns	0,023ns	0,001ns	0,001ns	-0,001*	0,000ns	-0,000ns	-0,000ns
R ²	0,99	0,48	0,76	0,86	0,45	0,97	0,92	0,96
95 - DAE								
A	13,912**	-1,381 ns	15,418**	24,262**	13,761**	18,662**	28,661**	41,027**
B	-0,087ns	0,944**	0,496**	0,171ns	0,084**	0,027ns	0,296**	0,070**
C	0,005**	-0,004**	-0,000ns	0,001ns	-0,000ns	0,000ns	-0,000**	-0,000**
R ²	0,99	0,78	0,6	0,67	0,94	0,99	0,99	0,88

Para equação polinomial de 2^o. grau: $y = a + bx + cx^2$ e linear: $y = a + bx$

Segundo Beltrão et al (2006) e Babita et al (2010), a mamoneira é uma cultura muito exigente em solos férteis e boa disponibilidade de água no solo, propriedade esta melhorada pela elevação da capacidade de retenção do solo adubado com fertilizante orgânico (Torta de mamona - TM). Reddy & Matcha, (2009), ao pesquisarem níveis de água diferenciados na cultura da mamoneira encontraram baixas produtividades quando a planta foi cultivada em solos de baixa fertilidade, já quando cultura recebeu 100% de irrigação e foi adubada com apenas 20% da adubação total obtiveram-se produtividades baixas e restrições da área foliar das plantas.

Verifica-se na Figura 13 A e Tabela 12, que os níveis de irrigação de 60 e 80% AD, proporcionaram os melhores rendimentos do comprimento do cacho e número de frutos por cacho; seguido a mesma tendência, o nível de irrigação que desempenhou o pior resultado foi 20% AD, nos diferentes níveis de adubação nitrogenada via torta de mamona, o melhor resultado após os 65 DAE foi 180kg N ha^{-1} , sendo que nos dias anteriores o pior resultado se deu quando as plantas foram cultivadas com 0kg N ha^{-1} , respectivamente.

4.6 Produtividade de sementes e rendimento de óleo

Conforme análise de variância na Tabela 13, as variáveis produtividade de sementes e teor de óleo das sementes, principais produtos da mamona, foram influenciadas pela interação dos fatores níveis de irrigação e adubação nitrogenada (via torta de mamona - TM), a nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$), havendo também efeito isolado dos tratamentos lâmina de irrigação e adubação nitrogenada via torta de mamona (TM).

Tabela 13. Resumo das análises de variância da produtividade de sementes e rendimento de óleo (%) das sementes da mamoneira (BRS Energia) precoce irrigada com diferentes níveis de irrigação e doses de adubação nitrogenada, Barbalha, CE, 2008

FV	GL	Quadrado Médio (1º Cacho)		Quadrado Médio (2º Cacho)	
		Produção	% de Óleo	Produção	% de Óleo
BLOCO	3	10320,062	10,68*	27085,63 ^{ns}	7,68 ^{ns}
IRRIGACAO(I)	3	6260764.687**	2483,39**	5589565,14**	3119,47**
Erro 1	9	7524,298	2,07	16415,71	9
ADUB.(A)	3	1811130.895**	633.68**	1565540,68**	406,47**
Erro 2	9	5363,506	5,59	16252,34	6,66
I*A	9	486931.298**	106.52**	377652,09**	22,46**
Erro 3	27	6344,576	3,84	10398,23	4,78
Total	63				
CV 1 (%)		9,03	4,03	15,08	8,93
CV 2 (%)		7,63	6,62	15,00	7,68
CV 3 (%)		8,3	5,49	12,00	6,51

(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade, (**) Significativo ao nível de 1% de probabilidade e ns, não significativo.

Analisando a Figura 14 A e 15 B e Tabela 14, que se refere ao teor óleo do primeiro cacho, observa-se que a melhor resposta foi quando as plantas de mamoneira foram submetidas aos tratamentos de 80% AD, com 180 kg N ha⁻¹ (via torta de mamona - TM). Fazendo a derivada da equação, verifica-se que (Figura 15 A e 15 B) o teor de óleo da mamoneira decresce com adubações nitrogenada superiores a 175 kg N ha⁻¹; este valor está muito próximo do tratamento testado (180 kg N ha⁻¹); para o nível de irrigação o conteúdo de óleo da semente inicia o decréscimo a partir de 20% AD. Essas respostas foram semelhantes para o primeiro e segundo cachos.

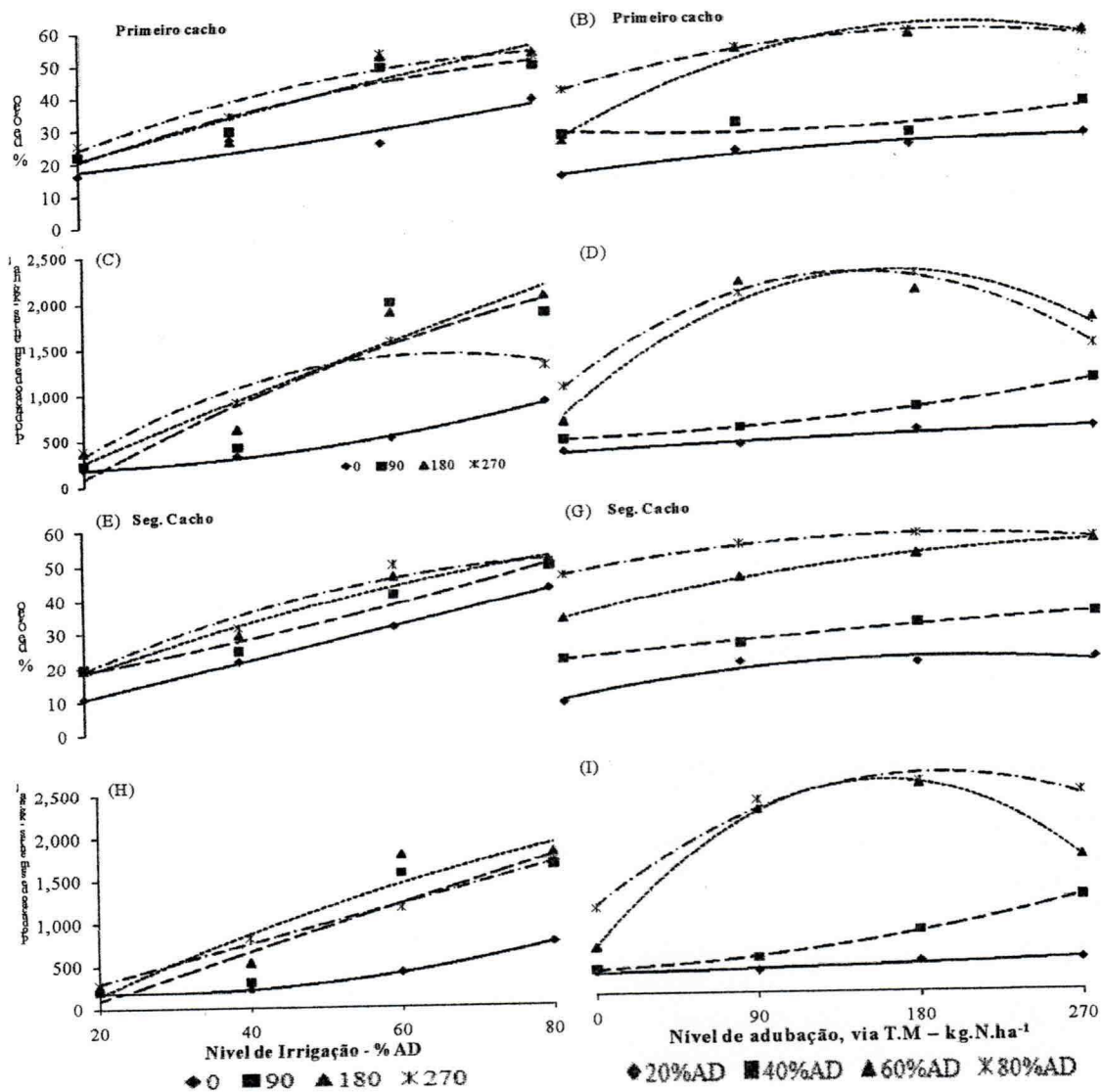


Figura 14. Análise de regressão para interação entre os diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada via torta de mamona (T.M) para a produtividade de sementes e rendimento de óleo (%), Barbalha, CE, 2008

A mamoneira cultivar BRS energia precoce (100 - 120 dias de ciclo), de altura média e frutos indeiscentes, teve produtividade de sementes e rendimento de óleo comprometido pela deficiência hídrica e pelo solo sem adubação nitrogenada, via torta de mamona, além de ter redução significativa na produtividade, número de cachos por planta e comprimento dos cachos, considerando a dotação hídrica de 20% de água disponível no solo (AD).

A produtividade da mamoneira cultivar BRS energia precoce, plantada em espaçamento duplo (1,4 x 0,4 x 0,36m), em solo não adubado com fertilizante orgânico (Torta de mamona - TM), com teores de fósforo abaixo de 10ppm, mesmo realizando

aplicação de P_2O_5 40 kg ha^{-1} foi baixa, menos de 400 kg de baga por hectare, porém foi inferior a $3838,31 \text{ kg ha}^{-1}$ de bagas, com a dose de 180 kg ha^{-1} nitrogênio na forma torta de mamona, com 80% AD, considerando-se as produtividades dos primeiro e segundo cachos, não atingindo, assim, todo o seu potencial produtivo inferior 6 t ha^{-1} mesmo com 80% AD e 270 kg ha^{-1} , na forma de torta de mamona, devido possivelmente a limitação de outros fatores, tais como baixa nutrição de fósforo e o desequilíbrio entre o cálcio e o magnésio, mas ainda foi $3.838,31 \text{ kg ha}^{-1}$, de baga com o tratamentos 80% AD e 180 kg ha^{-1} , superior ao tratamento de 20% AD e 0 kg ha^{-1} , em $3457,014 \text{ kg ha}^{-1}$, de bagas, cuja produtividade foi superior em 88,97%.

Rodrigues et al., (2008), e Silva (2008), encontraram trabalhando com níveis de evapotranspiração, resultados semelhantes para os níveis de baixa disponibilidade hídrica e Babita et al (2010), estudando híbridos de mamoneira com elevados potenciais matriciais obtiveram redução significativa na produtividades das sementes e no conteúdo de seu óleo.

A porcentagem de óleo das sementes este o principal produto da mamona com 80% AD e 180 kg ha^{-1} nitrogênio na forma de torta de mamona, foi o tratamento que resultou nos melhores conteúdos de óleo nas sementes (52,5%), e a deficiência hídrica (20% AD) reduziu-se drasticamente o teor de óleo (16,4%) nos níveis mais baixos água disponível e adubação nitrogenada na forma de torta de mamona.

Tabela 14. Valores dos parâmetros (A, B e C) e coeficientes de determinação (R²) das regressões, para a variável produtividade de sementes e rendimento de óleo (%), Barbalha, CE, 2008

Termos	Irrigação				Adubação			
	20	40	60	80	0	90	180	270
Teor de óleo (1º Cacho)								
A	13,062**	3,50 ^{ns}	6,75*	5,06 ^{ns}	16,325**	27,55**	26,13**	38,35**
B	0,185 ^{ns}	0,935**	0,726**	1,061**	0,061**	-0,021 ^{ns}	0,281**	0,144**
C	0,001 ^{ns}	-0,004**	-0,001 ^{ns}	-0,005**	0,0001 ^{ns}	0,0001*	0,0005**	0,0003**
R ²	0,86	0,91	0,86	0,91	0,96	0,64	0,97	0,99
Produção								
A	209,187 ^{ns}	-	-	-	174,312**	315,63**	571,86**	867,63**
B	-3,928*	51,303**	35,3**	67,181**	1,11 ^{ns}	0,562 ^{ns}	18,274**	16,13**
C	0,152 ^{ns}	-0,191**	-0,039 ^{ns}	-0,506**	-0,001 ^{ns}	0,005*	-0,055**	-0,054**
R ²	0,99	0,82	0,9	0,92	0,92	0,99	0,93	0,99
2º cacho								
% Óleo								
A	0,375**	11,937**	1,812 ^{ns}	2,437 ^{ns}	11,3375**	21,325	31,61**	42,33
B	0,522**	0,313*	0,889**	1,208**	0,0995**	0,04666	0,118**	0,092
C	0,00001 ^{ns}	0,002 ^{ns}	-0,003 ^{ns}	-0,006 ^{ns}	-0,0002	0,00003 ^{ns}	-0,0002	-0,0002
R ²	0,99	0,96	0,96	0,95	0,88	0,98	0,99	0,99
Produção								
A	322,96*	510,925**	676,85**	149,258 ^{ns}	190,11**	217,29**	412,74**	767,148**
B	-10,23 ^{ns}	29,964**	44,75**	22,385**	0,23 ^{ns}	0,615 ^{ns}	17,53**	11,676**
C	0,19**	-0,019 ^{ns}	-0,15*	-0,006 ^{ns}	0,0005 ^{ns}	0,006 ^{ns}	-0,05**	-0,03**
R ²	0,99	0,85	0,87	0,99	0,87	0,99	0,99	0,98

Para equação polinomial de 2º grau: $y = a + bx + cx^2$ e linear: $y = a + bx$

5.0 CONCLUSÕES

1. Os componentes de crescimento e de produção da mamoneira, cultivar BRS energia precoce, aumentaram com o incremento dos níveis de água disponível no solo e de adubação orgânica via torta de mamona; entretanto, o efeito positivo da adubação orgânica ocorreu somente até o nível de adubação de 180 kg N ha⁻¹, inclusive quando associado ao nível de disponibilidade de água no solo de 80%.
2. O nível de adubação orgânica de 180 kg ha⁻¹, associado a 80% de água disponível no solo promoveu um incremento de 58,84% na produtividade da mamoneira em relação ao tratamento com este mesmo nível de disponibilidade de água no solo, mas sem adubação orgânica.
3. O nível de água disponível no solo de 80% associado a uma adubação orgânica de 180 kg ha⁻¹, promoveu um incremento de 22,11 % na produtividade da mamoneira em relação ao tratamento com este mesmo nível de adubação orgânica e com o nível de água disponível no solo, de 20%.

6.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, R. C. SAMPAIO, L. R.; BELTRÃO, N. E. de M. LIMA, R. L. S. Influência de fontes e doses de nitrogênio sobre o crescimento e desenvolvimento da mamoneira. In: II Congresso Brasileiro de Mamona. Aracaju-SE. *Anais...*, CD-ROM, 2006

Babita, M. Maheswarib, M., Rao, Shankerb, L. M. Arun K. Gangadhar R. D. Osmotic adjustment, drought tolerance and yield in castor (*Ricinus communis* L.) hybrids. *Journal Environmental and Experimental Botany*. P 243–249. 2010a.

BANCO DE DESENVOLVIMENTO DE MINAS GERAIS (BMG), Aspectos de mercado para o óleo de mamona “castor oil”. Belo Horizonte, 15p. 2000.

BARROS JÚNIOR, G.; CAVALCANTI, M. L. F.; Lacerda, R. D. de; BARROS, A. D. de; GUERRA, H. O. C. INFLUÊNCIA DO CONTEÚDO DE ÁGUA NO SOLO SOBRE A EMISSÃO DE INFLORESCNÊNCIAS NA MAMONEIRA. In *anais IV Cong. Bras. de Mamona e I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas*, João Pessoa, PB – 2010 Disponível em: < <http://www.cbmamona.com.br/pdfs/IRR-10.pdf>> Acesso em: 01 de agosto de 2010.

BARROS JÚNIOR, G.; CAVALCANTI, M. L. F.; Lacerda, R. D. de; BARROS, A. D. de ; GUERRA, H. O. C INFLUENCIA DO ESTRESSE HIDRICO NA TAXA DE CRESCIMENTO ABSOLUTO DA MAMONEIRA. In *anais IV Cong. Bras. de Mamona e I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas*, João Pessoa, PB – 2010 Disponível em: < <http://www.cbmamona.com.br/pdfs/IRR-11.pdf>> Acesso em: 01 de agosto de 2010.

BELTRÃO, N. E. de M., ALVES, G. da S. LUCENA, A. M. A. de, OLIVEIRA, M. I. P. de. MUDANÇAS MORFOFISIOLÓGICAS NA MAMONEIRA CULTIVAR BRS NORDESTINA EM FUNÇÃO DO AMBIENTE E DO SEU CICLO DE VIDA. Salvador-BA, 2008. *Anais*, 2006. Disponível em:



<<http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/mamona/publicacoes/cbm3/trabalhos/FISIOLOGIA/FS%2025.pdf>> Acesso em: 02 de Janeiro de 2010.

BELTRÃO, N. E. de M. SILVA, O. R. R. F. da; SEVERINO, L. S.; CARTAXO, W. V.; JERÔNIMO, J. F. Colheita, descascamento e extração de óleo. 2 ed. rev. amp. In: AZEVEDO, D. M. P. de;. O Agronegócio da mamona no Brasil. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2007. p. 363-380

BELTRÃO, N. E. de M. A Cadeia da mamona no Brasil, com ênfase para o segmento P&D: estado da arte, demandas de pesquisa e ações necessárias para o desenvolvimento. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 18 p. (Embrapa Algodão. Documentos, 129) Biblioteca(s): CNPA (FL CNPA 1151 UMT). Disponível em: <http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/busca.jsp?baseDados=ACERVO&fraseBusca=%22BELTR%C3O,%20N.%20E.%20de%20M.%22%20em%20AUT> Acesso em: 08/08/2010 (10:25PM)

BELTRÃO, N. E. de M.; Informações sobre o Biodiesel, em especial feito com o óleo de mamona. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, Dezembro 2003, 3p. (Comunicado Técnico 177).

BELTRÃO, N.E. deM.; SILVA, L. C. Os múltiplos usos 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.

BENICASA, M. M. P., Análise de crescimento de plantas (Noções básica). Jaboticabal, FUNEP, 1988. 43p.

BERNARDO, S., SOARES, A. A., MANTOVANI, E. C. Manual de irrigação. 8º. Ed. Editora UFV, Viçosa-MG, 2006. 625p

CHIERICE, G.O.; CLARO NETO, S. Aplicação industrial do óleo. In: AZEVEDO, D.M. P de; LIMA, E.F. (Org.) O Agronegócio da mamona no Brasil. Brasília: Embrapa Comunicação para transferência de tecnologias, (org.), p. 89- 120, 2001.

COELHO, I., Avaliação das exportações tradicionais baianas: Caso de sisal e mamona. Salvador: UFB, 1979. 174p. Tese de Mestrado.

COELHO, Eugênio F., ANDRADE, Camilo de L.T., OR, Dani, LOPES, SOUZA, Lucy C. Claudinei F. Desempenho de diferentes guias de ondas para uso com o analisador de umidade TRASE, **Ver. Bras. de Eng. Agr. e Ambiental**, Campina Grande-PB, v.5, n.1, p.81-87, 2001.

COSTA, F. X.; BELTRÃO, N. E. M.; SEVERINO, S. L. Composição química da torta de mamona. In: Congresso Brasileiro da Mamona, 1, 2004, Campina Grande – PB. Centro de Convenções Raimundo Asfora, 2004. **Anais...** Campina Grande – PB, 2004.

COSTA, F. X.; BELTRÃO, N. E. M.; LIMA, V. L. A.; LUCENA, A. M. A.; GUIMARÃES, M. M. B. Resposta ao Efeito da Compactação do Solo Adubado com Torta de Mamona nos Macronutrientes das Folhas da Mamoneira. In: Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel., 2, 2007, Brasília – DF. **Anais...** Brasília – DF, 2007.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (Campina Grande, PB). BRS ENERGIA. Campina Grande, 2007. Folder.

EMBRAPA (Brasília, DF). BRS Paraguaçu e BRS Nordestina: Tecnologia Embrapa para o semi-árido Brasília: Embrapa-SPI, Campina Grande 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análises de solos. Rio de Janeiro: CNPS, 1999. 412p.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (Campina Grande, PB). O biodiesel do óleo da mamona e a produção de fitomassa: Considerações gerais e singularidades. Campina Grande, 2004. Folder.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, 1999. 412p.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (Campina Grande, PB). BRS 188 (Paraguaçu). Campina Grande, 1999. Folder.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (Campina Grande, PB). BRS 149 (Nordestina). Campina Grande, 1998. Folder.

ENGEL, R. F., Simulation growing-season precipitation and nitrogen effects on winter wheat yield. *Agron. J., Madson*, v. 83, p.180-185, 1991.

ESQUIVEL, E.R., GIACHETI, H. L. Development of a new TDR prob for determining soil water and dry density. *ASCE – Geotechnical Special Publication*, V. 162, 2007

GUIMARÃES, M. M. B.; ALBUQUERQUE, R. C. LUCENA, A. M. A.; COSTA, F. X.; FREIRE, M. A. O. BELTRÃO, N. E. M.; SEVERINO, L. S. Fontes Orgânicas de Nutrientes e Seus Efeitos no Crescimento e Desenvolvimento da Mamoneira, In: II Congresso Brasileiro de Mamona. Aracaju-SE. Anais., CD-ROM, 2006

FERREIRA, P. V. Estatística experimental aplicada à agronomia. 2. ed. Maceió: EDUFAL, 2000. 421p.

FILHO, A. S. MAMONA tecnologia Agrícola. Campinas: EMOPI, 2005. 105p.

FONSECA JÚNIOR, N. da S.; MILANI, M. Avaliação de genótipos de mamona na região norte do Paraná. In: II Congresso Brasileiro de Mamona. Aracaju-SE. Anais., CD-ROM, 2006

GOMES, P. Adubos e adubações. 12 ed. São Paulo: Nobel, 1988. 187p.

GUERRA, H.C. Física dos solos, 1 ed. Campina Grande: UFPB, 2000. 173 p.

GONDIM, T.M.S.; NÓBREGA, M.B.M.; SEVERINO, L.S. VASCONCELOS, R.A. Adensamento de mamoneira sob irrigação em barbalha – CE. In: Congresso Brasileiro De Mamona, 1, 2004. Campina Grande. Energia e Sustentabilidade. Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. CD-ROM.

GONDIM, T. M. de S.; MILANI, M.; VASCONCELOS, R. A.; FREITAS, H. E. C. D. S. de; NÓBREGA, M. B. de; PEREIRA J. R.; Produção de genótipos de mamoneira (*Ricinus communis* L.) no cariri cearense, sob irrigação. In: Congresso Brasileiro da Mamona, 2, Aracajú-SE, 2006. Anais..., Aracajú: Secretaria da Agricultura do Estado de Sergipe, 2006. CD-ROM.

HSIAO, T.C. Plant responses to water stress. *Annual Review of Plant Physiology*, v14, p.519-570,1973.

INVESTIMENTOS E NEGÓCIOS: Disponível em:
<<http://www.investmentosenoticias.com.br/ultimas-noticias/tempo-real/preco-da-mamona-nao-varia-em-irece-4.html>>. Acesso em: 08 de agosto de 2010 (08:50PM)

KIEHL, E. J. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

KLAR, A. E. Irrigação: Frequência e quantidade de aplicação. Nobel, São Paulo, 1991 pag: 17-18, 156p.

KIEHL, E. J. Manual de edafologia. Ceres, São Paulo, 1979. Nº Pag: 112-114 e 145-148, 262p.

KOURI, J.; SANTOS, R. F. Dos; SANTOS, J. W. dos. Evolução da Cultura da Mamona no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA. 1., 2004, Campina Grande. Anais...Campina Grande: EMBRAPA ALGODÃO. 1 CD ROM.

LACERDA, R. D.; Resposta da Mamoneira BRS 188 – Paraguaçu a Diferentes Níveis de Água e Matéria Orgânica no Solo, Campina Grande-PB, 2006, Dissertação de Mestrado.

LANCHER, W. Ecofisiologia vegetal. Tradução Carlos Henrique B. A. & Alguiso C. Franco, São Carlos RIMA, 2000. 530p.

MACEDO, M. H. G. de. **Mamona 2004**. Brasília. 2004. 9p. Disponível em: http://www.conab.gov.br/conabweb/download/cas/especiais/mamona_perspectiva_do_mercado_safra_2004_2005.pdf. Acesso em: 16/10/2004.

MALAVOLTA, E., Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronomica Ceres, 1980. 251p.

MEDEIROS, J. Da C.; ESPEJO SERRANO, R.; HERNANZ MARTOS, L. J.; SANCHEZ GIRÓN, V.M.; DANIELA, L. A. Effect of soil tillage systems on structure development in a Haploxeralf of Spain. *Soil Tecnology*, v.11, p.197-204, 1996.

MELGAR, R.J.; SIMITH, T.J.; CRAVO, M.S.; SÁNCHEZ, P.A. Rates and dates of nitrogen fertilizer application for maize on a latossol in the central Amazonia region. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.15, n.3, p.289-296, set./dez. 1991.

MF RURAL. Disponível em: <http://comprar-vender.mfrural.com.br/detalhe.aspx?cdp=18883&nmoca=culturas-sementes-de-mamona>. Acesso em: 08/082010.

MILANI, M. MIGUEL JÚNIOR, S.R. OLIVEIRA, É. C. S. de. NÓBREGA, M. B. de M. V. COSTA, M.N. da. Caracterização Taxonômica de Acessos de Mamona (*Ricinus Communis* L.) do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Algodão. Embrapa Algodão. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 67. Campina Grande, 2006. 17p. Disponível em: <http://www.cnpa.embrapa.br/publicacoes/2006/BOLETIM67.pdf>. Acesso em: 02 de Janeiro de 2009.

NOBORIO, K. Measurement of soil water content and electrical conductivity by time domain reflectometry: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*, Amsterdam, v.31, p.213-237, 2001. Disponível em: http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MImg&_imagekey=B6T5M-42HFNWC-

2-

19&_cdi=5006&_user=686465&_pii=S0168169900001848&_orig=search&_coverDate=05%2F31%2F2001&_sk=999689996&view=c&wchp=dGLzVlz-zSkWA&md5=58b4e0b6eee51570507847727023c2eb&ie=/sdarticle.pdf> Acesso em: 02/08/2009

NORONHA, J. F. Teoria da produção aplicada à análise econômica de experimentos. In: CONTINI, E. et. al. Planejamento da propriedade agrícola: modelos de decisão. Brasília: EMBRAPA, 1994. p. 23-44.

REDDY, K. R., MATCHA, S. K. Quantifying nitrogen effects on castor bean (*Ricinus communis* L.) development, growth, and photosynthesis. Journal Industrial Crops and Products. Department of Plant and Soil Sciences, Mississippi State University, Mississippi State 2009. MS 39762, USA. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=MIimg&_imagekey=B6T77-4XKSXXM-3-F&_cdi=5051&_user=686465&_pii=S0926669009001927&_orig=search&_coverDate=01%2F31%2F2010&_sk=999689998&view=c&wchp=dGLbVtz-zSkzS&md5=c82685a10f6f83b070fd7e986d59ff1b&ie=/sdarticle.pdf> Acesso em: 22 de junho de 2010.

REICHARDT, K & TIMM, L. C. Solo planta e atmosfera, Conceitos, processos e aplicações. Manole editora Piracicaba- São Paulo, 2004, 471p.

REICHARDT, K. Água nos sistemas agrícolas. Piracicaba: Manole, 1990. 187p.

RIBEIRO, S., Chaves, L. H. G., GUERRA, H. O. C., GHEYI, H. R., LACERDA, R. D. de. Resposta da mamoneira cultivar BRS-188 Paraguaçu à aplicação de nitrogênio, fósforo e potássio. Rev. Ciênc. Agron., v. 40, n. 4, p. 465-473, Fortaleza-CE, 2009. Disponível em: <<http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/viewFile/458/392>> Acesso em: 01 de julho de 2010.

RODRIGUES, L. N., NERY, A. R., CARVALHO, A. de P., FERNANDES, P. D., BELTRÃO, N. E. de M. Crescimento da mamoneira em altura e diâmetro caulinar

irrigada com esgoto doméstico sob diferentes níveis de reposição da evapotranspiração. In: II Congresso Brasileiro De Mamona, 2006. Campina Grande. Energia e Sustentabilidade. Anais... Salvador-BA: Embrapa Algodão, 2006. CD-ROM.

SANTOS, R. F. dos.; BARROS, A. L.; MARQUES, F. M.; FIRMINO, P. de T.; REQUIÃO, L. E. G. Análise Econômica. In: AZEVEDO, D.M.P. de.; LIMA, E.F. (eds.). O agronegócio da mamona no Brasil: EMBRAPA-SPI, p.17-35. 2006.

SANTOS, J. W.; ALMEIDA, F.C. A.; BELTRAL, N. E. M.; CAVALCANTI, F. B. Estatística Experimental Aplicada. 2^o. ed. Revisada e Ampliada. Campina Grande Embrapa Algodão/Universidade Federal de Campina Grande, 2008.

SAVY FILHO, A.; BANZATTO, N.V.; BARBOZA, M.Z. Mamoneira. In: CATI (Campinas, SP). Oleaginosas no Estado de São Paulo: análise e diagnóstico. Campinas, p.29. 1999.

SEVERINO, L. S., FERREIRA, G. B., MORAES, C. R. de A., GONDIM, T. M. de S., CARDOSO, G. D., VIRIATO, J. R., BELTRÃO, N. E. de M., Produtividade e crescimento da mamoneira em resposta à adubação orgânica e mineral, Pesq. agropec. bras., Brasília, v.41, n.5, p.879-882, maio 2006

SEVERIVO, L. S.; PALMA, H.; ANHALT, J.; ALBUQUERQUE, I. C. de, PARENTE, E. Produção de biodiesel e geração de energia elétrica a partir de óleo de mamona em Quixeramobim-Ce. Campina Grande, Embrapa Algodão, 2005. 26p. (Documento 136).

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

SEVERINO, S. L., COSTA, F. X., BELTRÃO, N. E. de M., LUCENA, M. A. de, Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana, Revista de Biologia e Ciências da Terra, Vol. 5. N. 1 Campina Grande-PB, 2004. Disponível em: <<http://eduep.uepb.edu.br/rbct/sumarios/pdf/esterco.pdf>>, Acesso em: 09 de agosto de 2010 (01:09AM)

SILVA, O.R.R. da S.; CARVALHO, O.S.; SILVA, L.C. Colheita e descascamento. In: AZEVEDO, D.M.P. de; LIMA, E.F. **O agronegócio da mamona no Brasil**. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. cap.14, p.337-350.

SILVA, S. M. S.; Dotações Hídricas e Populações de Plantas na Cultura da Mamoneira cv BRS Energia, Campina Grande-PB, 2008, Tese de Doutorado.

SOUZA, Claudinei F. and MATSURA, Edson E.. Avaliação de sondas de TDR multi-haste segmentadas para estimativa da umidade do solo. Rev. bras. eng. agric. ambient. [online]. 2002, vol.6, n.1, pp. 63-68. ISSN 1415-4366. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v6n1/v6n1a12.pdf>> Acesso em: 02 de maio de 2010 (11:35PM).

Souza, C.F.; Matsura, E.E.; Testezlaf, R. Avaliação de sonda de TDR multihaste segmentada na determinação do bulbo molhado em irrigação localizada. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 29, 2000, Ceará: SBEA/UFC, 2000.

SUDENE, Levantamento exploratório reconhecimento do Estado do Ceara. Recife, SUDENE, vol. I, 1993. 301p.

PREVEDELLO, C. L. Física do solo com problemas resolvidos. 1º. ed. Curitiba: C.L, 1996. 446p.

TEODORO, R. E. F., Irrigação e adubação nitrogenada na produção de forragens e grãos de aveia (*Avena stiva L.*). Botucatu, 1991. 137p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 1991

VAN GENUCHTEN, M. Th. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Science Society American Journal, v.44, p.892-898, 1980.

VIEIRA, R. de M.; LIMA, E. F, Importância sócio econômica e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro, Disponível em: <http://www.cpatsa.embrapa.br/catalogo/livrorg/mamona.pdf>, Acesso em: 01/02/2005.

ZEGELIN, S.J.; WHITE, I.; RUSSELL, G.F. A critique of time domain reflectometry technique for determining field soil water content. On: TOPP, GC.; REYNOLDS W. D.; GREEN, R. E. (eds). Advances in measurement of soil physical properties: bringing theory into practice. Madison: Soil Science Society of America, 1992. P.187-2008 (SSA Special Publicatio, 30).

ZIMMERMANN, F. J. P., Estatística aplica da pesquisa agrícola. Embrapa Arroz e Feijão Santo Antonio de Goias. 2004. 402p.

WEISS, E. A. Castor. In: WEISS, E. A. Oilseed Crops. London: Logman, 1983. p. 31-39.