

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE



MARIA BETANIA HERMENEGILDO DOS SANTOS

CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DA MAMONEIRA
ADUBADA COM RESÍDUOS ORGÂNICOS

CAMPINA GRANDE – PARAÍBA
JANEIRO - 2008

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA
TESE DE DOUTORADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

MARIA BETANIA HERMENEGILDO DOS SANTOS

ORIENTADORES

**Dra. VERA LUCIA ANTUNES DE LIMA
Dr. NAPOLEÃO ESBERARD DE MACÊDO BELTRÃO**

**CAMPINA GRANDE – PARAÍBA
JANEIRO - 2008**

MARIA BETANIA HERMENEGILDO DOS SANTOS

**CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DA MAMONEIRA
ADUBADA COM RESÍDUOS ORGÂNICOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, em cumprimento às exigências para obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

**CAMPINA GRANDE – PARAÍBA
JANEIRO – 2008**



FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCC

S237c

2008 Santos, Maria Betania Hermenegildo dos.

Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com resíduos orgânicos / Maria Betania Hermenegildo dos Santos. — Campina Grande, 2008.

79f. : il.

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

Referências.

Orientadores: Dr^a. Vera Lucia Antunes de Lima, Dr. Napoleão Esberard de Macedo Beltrão.

1. Ricinus communis L. 2. Esterco bovino. 3. Torta de mamona. 4. Adubo químico. I. Título.

CDU – 631.862(043)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA TESE DA DOUTORANDA

MARIA BETANIA HERMENEGILDO DOS SANTOS

**CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DA MAMONEIRA ADUBADA COM
RESÍDUOS ORGÂNICOS**

BANCA EXAMINADORA

PARECER

Vera Lúcia Antunes de Lima
Dra. Vera Lúcia Antunes de Lima - Orientadora

APROVADA

Napoleão E. de M. Beltrão
Dr. Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão - Orientador

APROVADO

Ademir Pereira de Oliveira
Dr. Prof. Dr. Ademir Pereira de Oliveira - Examinador

APROVADO

Walter Estrelin Pereira
Prof. Dr. Walter Estrelin Pereira - Examinador

Aprovado

José Dantas Neto
Dr. José Dantas Neto - Examinador

APROVADO

Juarez Paz Pedroza
Dr. Juarez Paz Pedroza - Examinador

Aprovado

JANEIRO - 2008

**A DEUS, pela vida
e a meus pais, José Maurício e Maria do Carmo**

DEDICO

**A meu esposo, Marconi Coelho, pelo constante incentivo, apoio e ajuda na realização
dos propósitos acadêmicos**

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me deu perseverança para transpor os obstáculos desta caminhada, estando sempre ao meu lado.

A meus pais, irmãos e familiares, pelo apoio.

A meu esposo, Marconi Coelho, pelo constante incentivo e amparo nos momentos de dificuldades.

À professora Vera Lucia Antunes de Lima, pela orientação, fornecimento de material bibliográfico, ensinamentos transmitidos e correções no decorrer do trabalho.

Ao grande mestre, com apreço e respeito, Dr. Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão, pela dedicação, orientação, presteza, oportunidade de trabalho, ensinamentos, correções e apoio.

Ao professor Ademar Pereira de Oliveira, chefe do setor de olericultura DF/CCA/UFPB, pela concessão da área experimental.

À professora Luciana Cordeiro, do setor de fitossanidade, pela avaliação de doenças nas plantas da mamoneira.

Aos professores Dr. Walter Esfrain Pereira e Macio Farias de Moura, pela prestimosa ajuda nas análises estatísticas.

A todos os professores da área de Irrigação e Drenagem, pelos conhecimentos transmitidos.

Aos colegas de curso, Ivana Cordeiro, Leide e Luis Nery.

As secretárias do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Rivanilda e Aparecida, pela constante ajuda nos serviços burocráticos.

Aos funcionários do Laboratório de Irrigação e Drenagem (LEID), Neide e Geraldo, pela colaboração e atenção.

À Coordenação de Aperfeiçoamento do Ensino Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA/Algodão), nas pessoas de Liv Soares Severino, pela concessão das sementes de mamona e fertilizantes utilizados, e de Everaldo e Rosa Maria, na determinação do teor de óleo.

A Nisia Leão, pela correção do português.

Aos funcionários José Valdir e Genival Gomes, da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia, PB, pela colaboração nas atividades experimentais.

Enfim, a todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização desta pesquisa.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	i
LISTAS DE TABELAS.....	iv
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 A cultura da mamona.....	4
2.1.1 <i>Origem</i>	4
2.1.2 <i>Características botânicas, morfológicas e fisiológicas</i>	4
2.1.3 <i>Requerimentos ambientais</i>	8
2.1.3.1 <i>Temperatura</i>	8
2.1.3.2 <i>Precipitação pluvial</i>	9
2.1.3.3 <i>Umidade relativa</i>	9
2.1.3.4 <i>Latitude e altitude</i>	9
2.1.3.4 <i>Solo</i>	9
2.1.3.5 <i>Zoneamento agrícola</i>	10
2.2 Produtos da mamona.....	11
2.2.1 <i>Óleo</i>	11
2.2.2 <i>Torta</i>	12
2.3 Biodiesel	13
2.4 Principais produtores mundiais e brasileiros	14
2.5 Nutrição mineral da mamona	15
2.6 Adubação orgânica.....	16
2.6.1 <i>A torta de mamona como adubo orgânico</i>	17
2.6.2 <i>Esterco bovino</i>	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 Localização	20
3.2 Clima.....	20
3.3 Solo.....	21
3.4 Adubação	22
3.5 Cultivar.....	22
3.6 Delineamento experimental.....	23

3.7	Condução do experimento.....	26
3.8	Tratos culturais	26
3.9	Variáveis avaliadas.....	27
3.9.1	<i>Valores primários do crescimento.....</i>	27
3.9.2	<i>Variáveis de produção da mamona</i>	28
3.9.2.1	<i>Comprimento do racemo e quantidade de frutos por racemo.....</i>	28
3.9.2.2	<i>Peso dos racemos.....</i>	28
3.9.2.3	<i>Teor de óleo e peso de 100 sementes</i>	28
3.9.2.4	<i>Número de racemos por planta</i>	29
3.9.2.5	<i>Produtividade de grãos e rendimento de óleo.....</i>	29
3.10	Colheita e beneficiamento	29
3.11	Análise estatística.....	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1	Variáveis do crescimento.....	31
4.1.1	<i>Altura de inserção do primeiro racemo e número de folha.....</i>	31
4.1.2	<i>Diâmetro do caule e números de nós.....</i>	35
4.2	Variáveis relacionadas à produção da mamoneira	43
4.2.1	<i>Primeiro racemo</i>	43
4.2.2	<i>Segundo racemo</i>	51
4.2.3	<i>Terceiro racemo</i>	57
4.2.4	<i>Quarto racemo.....</i>	64
4.2.5	<i>Número de racemo e produção por planta, produtividade de grãos e rendimento de óleo</i>	68
5	CONCLUSÕES.....	72
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** Precipitação pluvial mensal registrada durante a condução do experimento, no período de 09/07 de 2006 a 09/02 de 2007 na Fazenda Chã de Jardim, do CCA/UFPB, Areia, PB, 2007..... 21
- Figura 2** Racemo da mamoneira cultivar BRS Paraguaçu 23
- Figura 3** Croqui da área experimental. Areia, PB, 2007 25
- Figura 4** Emergência da mamoneira nove dias após o plantio. Areia, PB, 2006 26
- Figura 5** Desbaste da mamona. Areia, PB, 2006 26
- Figura 6** Mamona atacada por largata-das-folhas (*Thalesa citrina*). Areia, PB, 2006..... 27
- Figura 7** Mamona atacada por nematóides. Areia, PB, 2006 27
- Figura 8** Medição da altura de inserção do primeiro racemo. Areia, PB, 2006 28
- Figura 9** Medição do diâmetro caulinar. Areia, PB, 2006..... 28
- Figura 10** Obtenção do teor de óleo através de solvente. Areia, PB, 2007 29
- Figura 11** Obtenção do teor de óleo através do RMN. Areia, PB, 2007..... 29
- Figura 12** Valores médios dos dados altura de inserção do primeiro racemo (AIR) ao longo do cultivo da mamoneira para os diferentes tipos de fertilizante aplicados. F1 – torta da mamona, F2 – esterco bovino e F3 – sulfato de amônio 34
- Figura 13** Valores médios de altura de inserção do primeiro racemo na testemunha e no fatorial. Médias seguidas das mesmas letras são iguais entre si pelo teste F a 5%. Areia, PB, 2007 34
- Figura 14** Valores médios do número de folhas na testemunha e no fatorial. Médias seguidas das mesmas letras são iguais entre si pelo teste F a 5%. Areia, PB, 2007 35
- Figura 15** Valores médios dos dados diâmetro do caule (DC) ao longo do cultivo da mamoneira para os tipos de fertilizante aplicados. F1 – torta da mamona, F2 – esterco bovino e F3 – sulfato de amônio..... 39
- Figura 16** Valores médios dos dados número de nós (NN) ao longo do cultivo da mamoneira com indicação dos ajustes de regressão para os tipos de fertilizantes aplicados. F1 – Torta da mamona e F3 – Adubo Químico 41

- Figura 17** Aumento do número de nós em função dos dias após a emergência e das doses de esterco bovino aplicado. Areia, PB, 2007 41
- Figura 18** Valores médios do diâmetro do caule (A) e do número de nós (B) na testemunha e no fatorial. Médias seguidas das mesmas letras são iguais entre si pelo teste F a 5%. Areia, PB, 2007 42
- Figura 19** Comprimento do racemo (A), quantidade de frutos por racemo (B), peso do racemo (C) e quantidade de sementes por racemo (D), para o 1^o racemo, em função das doses dos fertilizantes aplicadas. F1 - torta de mamona; F2 - esterco bovino; F3 – sulfato de amônio 49
- Figura 20** Valores médios do comprimento do racemo (A), da quantidade de frutos por racemo (B), do peso do racemo (C) e da quantidade de sementes por racemo (D) na testemunha e no fatorial. Médias seguidas das mesmas letras são iguais entre si pelo teste F a 5%. Areia, PB, 2007 50
- Figura 21** Quantidade de frutos por racemo (A), quantidade de sementes por racemo (B) e teor de óleo (C), para o 2^o racemo, em função das doses dos fertilizantes aplicadas. F1 - torta de mamona; F2 - esterco bovino; F3 – sulfato de amônio.. 55
- Figura 22** Valores médios do comprimento do racemo (A), quantidade de frutos por racemo (B) e quantidade de sementes por racemo (C) na testemunha e no fatorial. Médias seguidas das mesmas letras são iguais entre si pelo teste F a 5%. Areia, PB, 2007 56
- Figura 23** Comprimento do racemo (A), quantidade de frutos por racemo (B), peso do racemo (C) e quantidade de sementes por racemo (D), para o 3^o racemo em função das doses dos fertilizantes aplicadas. F1 - torta de mamona; F2 - esterco bovino; F3 – sulfato de amônio 62
- Figura 24** Valores médios do comprimento do racemo (A), da quantidade de frutos por racemo (B), do peso do racemo (C) e da quantidade de sementes por racemo (D). Médias seguidas das mesmas letras são iguais entre si pelo teste F a 5%. Areia, PB, 2007 63
- Figura 25** Valores médios da quantidade de frutos por racemo (A), do peso do racemo (B) e da quantidade de sementes por racemo (C), na testemunha e no fatorial. Médias seguidas das mesmas letras são iguais entre si pelo teste F a 5%. Areia, PB, 2007 67

Figura 26 Tratamento adubado com torta de mamona. Areia, PB, 2006.....	68
Figura 27 Testemunha. Areia, PB, 2006.....	68
Figura 28 Valores médios da quantidade de racemo por planta (A), produção por planta (B), da produtividade de grãos (C) e de rendimento de óleo (D) na testemunha e no fatorial. Médias seguidas das mesmas letras são iguais entre si pelo teste F a 5%. Areia, PB, 2007.....	71

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1 Características físicas do solo da área experimental. Areia, PB, 2006	21
Tabela 2 Características químicas do solo da área experimental. Areia, PB, 2007	21
Tabela 3 Características químicas do esterco bovino e da torta da mamona utilizados no experimento	22
Tabela 4 Quantidade de fertilizantes utilizados por tratamento	22
Tabela 5 Resumos das análises de variância, das variáveis: altura inserção do primeiro racemo (AIR) e número de folhas (NF), em função dos tipos de fertilizantes (F), das doses aplicadas (D) e dos dias após a emergência (T). Areia, PB, 2007	32
Tabela 6 Valores médios da altura inserção do primeiro racemo (cm), em função dos tipos de fertilizantes, durante o experimento. Areia, PB, 2007	33
Tabela 7 Equações de regressão ajustadas aos dados médios de altura inserção do primeiro racemo, em função dos diferentes tipos de fertilizantes e dos dias após a emergência, com respectivos coeficientes de determinação. Areia, PB, 2007 ...	34
Tabela 8 Resumos das análises de variância das variáveis: diâmetro do caule (DC) e número de nós (NN), em função dos tipos de fertilizantes (F), das doses aplicadas (D) e dos dias após a emergência (T). Areia, PB, 2007	36
Tabela 9 Valores médios do Diâmetro do Caule (DC), nas diferentes doses e tipos de fertilizantes, durante o experimento. Areia, PB, 2007	38
Tabela 10 Equações de regressão ajustadas aos dados médios do diâmetro do caule, em cada tipo de fertilizantes, em função dos dias após a emergência. Areia, PB, 2007	38
Tabela 11 Valores médios do número de nós (NN), nas diferentes doses e tipos de fertilizantes, durante o experimento. Areia, PB, 2007	40
Tabela 12 Equações de regressão ajustadas aos dados médios do número de nós, em cada tipo de fertilizantes, em função dos dias após a emergência. Areia, PB, 2007 ...	40
Tabela 13 Resumos das análises de variância das variáveis: comprimento do racemo (CR), quantidade de frutos por racemo (QFR), peso do racemo (PR), quantidade de sementes por racemo (QSR), peso de 100 sementes (P100S) e	

teor de óleo (TO), em função dos tipos de fertilizantes (F), das doses aplicadas (D), para o 1 ^o Racemo. Areia, PB, 2007.....	45
Tabela 14 Valores médios do comprimento do racemo (CR), quantidade de frutos por racemo (QFR) e peso do racemo (PR), para o 1 ^o Racemo, nas diferentes doses de fertilizantes (F). Areia, PB, 2007.....	46
Tabela 15 Equações de regressão ajustadas aos dados médios do comprimento do racemo (cm), da quantidade de frutos por racemo, do peso racemo e da quantidade de sementes por racemo, para cada tipo de fertilizantes em função dos dias após a emergência. Areia, PB, 2007.....	48
Tabela 16 Resumos da análise de variância das variáveis: comprimento do racemo (CR), quantidade de frutos por racemo (QFR), peso do racemo (PR), quantidade de sementes por racemo (QSR), peso de 100 sementes (P100S) e teor de óleo (TO), em função de diferentes tipos de fertilizantes, aplicados em quatro doses de nitrogênio, para o 2 ^o Racemo. Areia, PB, 2007.....	52
Tabela 17 Valores médios da quantidade de frutos por racemo (QFR), quantidade de sementes por racemo (QSR) e teor de óleo (TO), para o 2 ^o racemo, nas diferentes doses de fertilizantes (F). Areia, PB, 2007	53
Tabela 18 Equações de regressão ajustadas aos dados médios da quantidade de frutos por racemo, da quantidade de sementes por racemo e do teor de óleo para cada tipo de fertilizantes, em função dos dias após a emergência. Areia, PB, 2007...	54
Tabela 19 Resumos das análises de variância das variáveis: comprimento do racemo (CR), quantidade de frutos por racemo (QFR), peso do racemo (PR), quantidade de sementes por racemo (QSR), peso de 100 sementes (P100S) e teor de óleo (TO), em função de diferentes tipos de fertilizantes, aplicados em quatro doses de nitrogênio, para o 3 ^o Racemo. Areia, PB, 2007.....	58
Tabela 20 Valores médios do comprimento do racemo (CR), quantidades de frutos por racemo (QFR), peso do racemo (PR) e quantidade de sementes por racemo (QSR), para o 3 ^o racemo, nas diferentes doses de fertilizantes (F). Areia, PB, 2007.....	59
Tabela 21 Equações de regressão ajustadas aos dados médios do comprimento do racemo (cm), da quantidade de frutos por racemo, do peso racemo e da quantidade de	

sementes por racemo para cada tipo de fertilizantes, em função dos dias após a emergência. Areia, PB, 2007.....	61
Tabela 22 Resumos das análises de variância das variáveis: comprimento do racemo (CR), quantidade de frutos por racemo (QFR), peso do racemo (PR), quantidade de sementes por racemo (QSR), peso de 100 sementes (P100S) e teor de óleo (TO), em função de diferentes tipos de fertilizantes, aplicados em quatro doses de nitrogênio, para o 4 ^o racemo. Areia, PB, 2007.....	65
Tabela 23 Valores médios do comprimento do racemo (CR), quantidade de frutos por racemo (QFR), quantidade de sementes por racemo (QSR), para o 4 ^o racemo, nos diferentes tipos de fertilizantes (F). Areia, PB, 2007.....	66
Tabela 24 Resumos das análises de variância das variáveis: quantidade de racemo e produção por planta, produtividade de grãos (kg ha ⁻¹) e rendimento de óleo (kg ha ⁻¹), em função de diferentes tipos de fertilizantes, aplicados em quatro doses de nitrogênio. Areia, PB, 2007.....	70

RESUMO

A mamoneira 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. Atualmente, dentre as várias aplicações de seu óleo se destaca o emprego na produção de combustível renovável. Este experimento, conduzido com o propósito de gerar informações relativas ao uso de fertilizantes orgânicos nos valores primário do crescimento e da produtividade da mamoneira, cultivar BRS Paraguaçu, foi desenvolvido no período de julho de 2006 a fevereiro de 2007, em condições de campo numa área de 2.392 m², pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, localizada no município de Areia, PB. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com 13 tratamentos dispostos em esquema fatorial [(3x4)+1], e três repetições, cujos fatores foram três tipos de fertilizantes, dois orgânicos (esterco bovino e torta de mamona) e um químico, todos aplicados, em quatro doses de nitrogênio (30, 60, 90 e 120 kg N ha⁻¹) além de uma testemunha absoluta. Os resultados permitiram concluir que para os valores primários de crescimento a cultivar BRS Paraguaçu sofreu influência significativa da adubação. Verificou-se, com relação aos componentes da produção do 1^o racemo, que o maior comprimento ocorreu na adubação com torta de mamona, na dose de 90 kg N ha⁻¹, para a quantidade de frutos por racemo, peso do racemo e quantidade de sementes por racemo; a melhor dose foi a de 120 kg N ha⁻¹ do mesmo fertilizante; para o 2^o racemo, os melhores resultados observados para a quantidade de frutos por racemo e quantidade de sementes por racemo, foi na adubação com esterco bovino, na dose de 60 kg N ha⁻¹; já o maior teor de óleo foi obtido na dose 90 kg N ha⁻¹ do mesmo fertilizante, enquanto se obteve, para o 3^o racemo o maior comprimento, com a aplicação da torta de mamona na dose 30 kg N ha⁻¹; já a maior quantidade de frutos por racemo e de sementes, foi constatado com o uso do adubo químico na dose de 120 kg N ha⁻¹; para o 4^o racemo, a adubação com torta de mamona proporcionou o maior comprimento, enquanto o peso de 100 sementes foi influenciado pela torta de mamona e pelo esterco. O fornecimento da adubação aumentou significativamente o número de racemos e produção por plantas, a produtividade de grãos e o rendimento de óleo em 45, 67, e 47%, respectivamente, em relação à testemunha.

Palavras-chave: *Ricinus communis* L., esterco bovino, torta de mamona e adubo químico.

ABSTRACT

The castor oil bean plant is an oleaginous of economical and social importance, whose seeds are extracted an oil of excellent properties of wide industrial use as input. Currently, among the various applications of its oil is highlighted employment in the production of renewable fuel. This experiment, conducted with the purpose of generating information on the use of organic fertilizers in the primary values of growth and productivity of castor bean plant, BRS Paraguaçu type, was developed in the period July of 2006 to February of 2007, at field conditions in an area of 2,392 meters, belonging to the Center of Agricultural Sciences at the Federal University of Paraíba, located in the municipality of Areia- PB. The experimental design was chosen randomly blocks, with 13 treatments arranged in a factorial, and three repetitions, which factors were three types of fertilizers, two organic (manure and castor bean plant pie) and a chemist, all applied in four doses of nitrogen (30, 60, 90 and 120 kg N ha⁻¹) plus a absolute witness. The results showed that the values for primary growth to cultivate BRS Paraguaçu suffered significant influence of fertilization. There was, in relation to components of the production of 1st raceme, that the greater length occurred at fertilization with castor bean plant pie, at the dose of 90 kg N ha⁻¹ for the quantity of fruit per raceme, weight and quantity of the raceme and seeds per raceme, the dose was the best of 120 kg N ha⁻¹ of the same fertilizer, for the 2nd raceme, the best outcomes for the quantity of fruit per raceme and quantity of seeds per raceme, was in fertilization with cattle manure, at the dose of 60 kg N ha⁻¹; already the highest content of oil was obtained at a dose 90 kg N ha⁻¹ of the same fertilizer, as they returned to o 3rd raceme the greatest length, with the application of the castor bean plant dose 30 kg N ha⁻¹; already the largest amount of fruit per raceme and semen, was found with the use of chemical fertilizer at the rate of 120 kg N ha⁻¹, or 4th to raceme, the fertilization with pie, provided from the castor bean the greater length, while the weight of 100 seeds was influenced by the castor bean and the manure. The supply of fertilizer has increased significantly the number of racemes and production by plants, the seed yield and the yield of oil in 45, 67, and 47%, respectively, in relation to the witness.

Key-words: *Ricinus communis* L., bovine manure, castor presscake and chemic manure.

1 INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma planta oleaginosa originária, possivelmente, da Etiópia, no Leste da África, de onde se espalhou para os demais continentes encontrando-se, hoje, em quase todos os países do mundo, sobretudo nos de clima tropical e subtropical. No Brasil, há indícios de que a mamona tenha sido introduzida pelos portugueses, adaptando-se ao clima semi-árido, em razão de sua expressiva resistência à seca, exigência em calor e luminosidade.

A região Nordeste responde pela maior parte do cultivo da mamona no Brasil, ou seja, cerca de 90% da produção nacional, enquanto o restante é produzido pelo Centro-Sul; em sua maior parte, a produção nordestina se deve aos pequenos produtores rurais que há muito tempo têm, nesta cultura, sua fonte de emprego e renda; atualmente, o cultivo da mamona se tem intensificado após sofrer enorme declínio mas na Bahia e na Região Centro-Oeste, a mamona já é produzida em grandes áreas, de forma mecanizada, com o uso de híbridos e insumos modernos, além de colheita mecânica.

É oportuno ressaltar a significância econômica, social e ambiental da mamona, podendo ser totalmente aproveitada do ponto de vista agroindustrial, porém é o óleo, cujos teores nas sementes variam de 35 a 55%, diferenciando-se dos demais óleos vegetais em virtude de se tratar de fonte quase pura de ácido graxo ricinoléico, em média de 90% na sua composição, que lhe confere estabilidade e alta viscosidade em larga faixa de temperatura (BELTRÃO, 2006; SOUZA, 2007).

O óleo da mamona é o único da natureza solúvel em álcool, visto que apresenta utilidade só comparável à do petróleo, com a vantagem de ser renovável; é utilizado nas indústrias médica, cosmética, de tintas e vernizes, de lubrificantes para navios e aviões, dentre outras; atualmente, sua aplicação mais importante é na produção de biodiesel; devido ao Programa Nacional de Biodiesel, a Petrobrás deverá adicionar 2% de biodiesel ao diesel de petróleo neste ano de 2008 e 5% até 2013, podendo haver redução neste prazo. Para atingir tais percentuais, estima-se que será necessário o plantio de 1,5 milhão de hectares, com emprego de aproximadamente 600 mil famílias, o que culminaria em grandes benefícios sociais (HOLANDA, 2004).

Segundo Severino (2005), a torta é o principal subproduto da cadeia produtiva da mamona, produzida a partir da extração do óleo das sementes, na proporção aproximada de 1,2 tonelada para cada tonelada de óleo extraída, ou seja, corresponde a 55% do peso das

sementes, valor que pode variar de acordo com o teor de óleo da semente e do processo industrial de extração do óleo.

De acordo com Severino et al. (2004) 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 o bagaço de cana, chegando a disponibilizar seus nutrientes para o solo com estimativa de 75 a 100% do nitrogênio, em três meses de observação.

A mamona apresenta excelente comportamento agrônômico; no entanto, tem-se buscado estabelecer práticas de cultivo que permitam viabilizar sua exploração em técnicas racionais e econômicas, sobretudo por se tratar de planta que absorve uma quantidade muito grande dos principais macronutrientes. Segundo Weiss (1983), a mamoneira é capaz de crescer em enorme variedade de solos, com teores de nutrientes bastante variáveis, mas em solos inférteis a produtividade é baixa e a tolerância da planta a pouca chuva é freqüentemente confundida com tolerância a baixa fertilidade.

O uso de fertilizantes com a finalidade de corrigir deficiências e manter o balanceamento de nutrientes presentes no solo, deve ser ditado não apenas pela disponibilidade de elementos no solo e exigências da cultura mas, também, pelo nível tecnológico empregado e pela rentabilidade da atividade (TÁVORA, 1982).

O emprego de fertilizantes orgânicos está associado à melhoria das propriedades físicas e do estabelecimento de microrganismos benéficos, redução da população de patógenos, aumento da matéria orgânica do solo e da capacidade de troca de cátions e diminuição da densidade do solo. Segundo KUMAR et al. (1985); GLÓRIA (1992); BARRETO, (1995) nesses benefícios ainda se incluem estabilização do pH, melhoria na taxa de infiltração e agregação do solo. A adição de compostos orgânicos tem contribuído para a excelência da qualidade do solo, especialmente nos cultivos orgânicos, com os quais tem promovido sustentabilidade nesse sistema de produção.

A torta de mamona, além de servir de fonte de aminoácidos para os mais variados fins nutricionais, é um dos melhores fertilizantes, vez que possui elevado conteúdo de nitrogênio, fósforo e cálcio quando comparada a outros adubos orgânicos, além de elevado teor de fibra; por outro lado, para suprir as necessidades nutricionais das plantas a adição da torta no solo aumenta o pH, reduz a acidez total, eleva o conteúdo de carbono e promove melhoria geral na parte física do solo, além de reduzir os nematóides (BELTRÃO, 2002).

Um dos adubos orgânicos mais utilizados na agricultura nordestina é o esterco, principalmente caprino, ovino e bovino, porém sua eficiência depende do grau de decomposição, da origem do material, da dose empregada e até da forma de colocação do adubo. Segundo Luz et al. (2002), o esterco de curral possui aproximadamente 1,7% de N.

Embora o esterco bovino seja um dos resíduos orgânicos com maior potencial de uso como fertilizante, em especial em pequenos campos agrícolas, na região nordestina pouco se conhece, ainda, a respeito das quantidades a se utilizar, que permitam a obtenção de rendimentos satisfatórios na produção e melhoria na qualidade das sementes, razão pela qual se fazem necessários mais pesquisas sobre o uso esterco bovino, já que nas propriedades é um adubo em grande disponibilidade e economicamente viável para o pequeno produtor.

Apesar da significância de que se reveste a cultura da mamona, os sistemas de cultivo utilizados na sua exploração ainda são sustentados por bases muito rudimentares, decorrentes da crença generalizada de que a cultura não necessita de muitos cuidados, aspecto em que, apesar do avanço já alcançado, ainda são oportunas informações mais específicas sobre o manejo da cultura, da utilização de sua torta e do esterco bovino como adubos orgânicos, comparados ao adubo químico como fonte de nitrogênio. Desta forma, o experimento teve como objetivo gerar informações concernentes ao uso de fertilizantes orgânicos considerando-se seus efeitos sobre o crescimento e a produtividade da mamoneira, cultivar BRS Paraguaçu.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A cultura da mamona

2.1.1 Origem

A origem da mamoneira é objeto de controvérsia, em razão de sua ampla adaptação às mais distintas condições climáticas uma vez que, apesar de ser uma cultura de regiões predominantemente quentes, é encontrada em locais com clima ameno (WEISS, 1971). Alguns estudiosos indicam o continente asiático como provável centro de origem, ao passo que outros consideram a África intertropical; no entanto, atualmente a hipótese mais aceita é de que esta cultura seja originária do Nordeste da África, possivelmente Etiópia, antiga Abissínia (BELTRÃO et al., 2001; CHIERICE; CLARO NETO, 2001).

No Brasil, a maioria dos autores acredita que a introdução de mamoneira se deu pelos colonizadores portugueses, no primeiro século do descobrimento (TÁVORA, 1982; MOREIRA et al. 1996). No País, a planta se aclimatou extraordinariamente, sendo encontrada vegetando em estado subespontâneo em quase todo o território nacional (GONÇALVES; BENDEZÚ; LELES, 1981).

2.1.2 Características botânicas, morfológicas e fisiológicas

A mamoneira pertence à classe Dicotiledônea, ordem Geraniales, família Euphorbiaceae, gênero *Ricinus* e espécie *Ricinus communis* L (TÁVORA, 1982).

Os termos *Ricinus* e *communis* derivam do latim e significam, respectivamente, carrapato e comum; este termo já era usado pelos latinos em virtude da semelhança de suas sementes com a forma do animal, pertencente ao grupo dos ácaros, *Ixodes ricinus* e *Dermacentor occidentalis* (RODRIGUES; OLIVEIRA; FONSECA, 2002).

Segundo Beltrão et al. (2001), a mamoneira é uma planta extremamente complexa quanto à morfologia, biologia floral e fisiologia; apresenta porte variado, de 0,8 a mais de 7,0 m de altura, ramificação caulinar tipo simpodial, raízes fistulosas, vários tipos de expressão da sexualidade, elevadas taxas de respiração e particularidade da inflorescência.

A mamoneira, também conhecida no Brasil como carrapateira, palma-de-cristo e enxerida, varia largamente em hábito de crescimento, cor da folhagem, coloração e teor de

óleo das sementes, de forma que as cultivares apresentam poucas semelhanças entre si (TÁVORA, 1982; WEISS, 1983).

O sistema radicular é vigoroso, tipo pivotante, profundo, com desenvolvimento de poucas raízes laterais, porém de aspecto robusto, assumindo a forma do sistema radicular dos pequenos arbustos, atingindo profundidade máxima de 3m; há forte emissão de radículas ao longo das raízes e algumas podem atingir 1,25m, conferindo grande área de absorção de umidade e nutrientes do solo (SAVY FILHO, 2005). O ambiente exerce influência marcante no crescimento do seu sistema radicular e, em condições de pouca disponibilidade hídrica, ele se desenvolve a grandes profundidades, com raízes laterais explorando um grande volume de solo; sob irrigação ou em condições de elevada disponibilidade de umidade, o sistema radicular é menos desenvolvido e mais compacto (TÁVORA, 1982). Como o sistema radicular é o tipo fistuloso, acredita-se que as raízes deixadas no solo após a colheita podem contribuir com a melhoria das propriedades físicas, por formarem galerias que favorecem a aeração e a infiltração de água no solo (SOUZA, 2007).

O caule apresenta grande variação na cor, que pode ser verde, arroxeadada e vermelha, além de coberto por uma substância cerosa branca que ocorre também nos pecíolos das folhas e inflorescência; é geniculado, espesso e ramificação com aspecto nodoso, passível de alcançar, em alguns casos, até 30 cm de diâmetro na base; os nós são bem definidos, com cicatrizes foliares proeminentes; é brilhante, tenso e suculento, quando a planta é nova e, na medida em que envelhece, torna-se lenhoso (BELTRÃO et al., 2001; TÁVORA, 1982).

A haste principal cresce na posição vertical sem ramificação até a emissão da primeira inflorescência, denominada cacho principal; os ramos laterais se desenvolvem da axila da última folha, logo abaixo da inflorescência (TÁVORA, 1982). As plantas cultivadas apresentam de 6 a 12 nós e, nos tipos selvagem, a inflorescência pode ocorrer após a planta ter emitido mais de 70 nós; o número de ramos é função principalmente da cultivar e da densidade de plantio, enquanto o número de nós produzidos até a emissão da primeira inflorescência é uma característica fenológica importante vez que é associada com precocidade e rápida maturação; a época do plantio pode afetar o número de nós para emissão da primeira inflorescência; o número de nós entre os racemos sequenciados é igualmente importante, uma vez que determina a zona relativa de produção de frutos com

relação à altura; este dado é significativo quando se pretende realizar a colheita mecânica (MACEDO; WAGNER, 1984; TÁVORA, 1982).

A mamoneira apresenta folhas longas, do tipo digitolobadas, denticuladas e pecíolos longos, com 20 a 50 cm de comprimento, as quais apresentam fitotaxia alternada do tipo de 2/5 (duas folhas em cada cinco voltas de 360° no eixo do caule); em geral, são de cinco a onze lóbulos em cada folha, a qual pode apresentar variação de verde até mesmo o roxo (BELTRÃO et al., 2001; MACEDO; WAGNER, 1984). Trata-se de uma planta monóica cuja inflorescência é uma panícula terminal e recebe o nome de racemo, com flores femininas na parte superior e masculinas na porção inferior; ocasionalmente, pode ocorrer distribuição irregular ou dispersa das flores ao longo do racemo. Algumas plantas podem conter expressão sexual na inflorescência do tipo fêmeas estáveis, ou seja, apenas flores femininas (BELTRÃO; SEVERINO, 2006; CARVALHO, 2005). Em geral, a relação de flores femininas/masculinas é de 50 a 70% mas, dependendo da variedade, podem ocorrer outras relações em favor das flores femininas, o que interessa do ponto de vista de produtividade. A expressão do sexo é afetada também por fatores não genéticos, isto é, pelo ambiente em que vegeta a planta. Deficiência hídrica, tal como temperatura muito alta, induz a formação de maior proporção de flores masculinas; solo fértil ou balanceado quimicamente, proporciona às plantas condições para que haja alteração na relação flores femininas/masculinas, com aumento da porcentagem de flores femininas (SAVY FILHO, 2005). Embora se trate de planta autógama, a taxa de alogamia pode chegar a 40% com polinização feita pelo vento; cada flor tem potencial para produzir até 60 mil grãos de pólen (BELTRÃO et al., 2001).

A floração tem início em diferentes épocas do ano, dependendo do genótipo e das condições ambientais comuns a cada região, e se pode estender durante um longo período, quando os fatores edafoclimáticos forem favoráveis; o hábito de crescimento indeterminado favorece esta floração continuada ou seqüencial; há indícios de que a floração também está relacionada ao número de internódios de modo que, quanto menor o número de internódios para a emissão da primeira inflorescência mais precoce será a planta (TÁVORA, 1982).

O racemo principal ou primário, é o maior de todos e possui a maior quantidade de frutos; via de regra, apresenta conformação cônica ou cilíndrica, comprimento entre 10 e 80 cm e número de frutos variando entre 15 a 80, conforme o ambiente, cultivar ou da

ordem considerada; como existe grande variação na distância entre os frutos no racemo não há correlação entre o comprimento e o número de frutos do cacho (TÁVORA, 1982).

O fruto da mamona é uma cápsula trícoca, que pode ser lisa ou com estruturas semelhantes a espinhos, apresentando coloração variando de verde a roxo, com coloração intermediária; no amadurecimento ele se abre ou não e pode liberar as sementes, dependendo da sua classificação em deiscentes, indeiscentes ou semideiscentes (PRATA, 1969).

As sementes da mamoneira são de tamanho variável, forma oval ou oblonga, coloração variada entre branca, cinza, preta, marrom, castanho, vermelha, rajada ou com mosqueamento característico; são provenientes de carúncula, na maioria das subespécies (FORNAZIER JÚNIOR, 1986; MOREIRA et al., 1996); sua germinação ocorre de forma lenta, necessitando de 10 a 21 dias para a emergência das plântulas. De acordo com Távora (1982) e Beltrão et al. 2001, o peso de 100 sementes pode variar de 10 a 100g, com média de 30g nas cultivares anãs e de 45 a 75g nas cultivares de porte médio, tal é o caso da BRS Nordestina, que é de 68g/100 sementes e de 71g/100 sementes na BRS Paraguaçu (CARTAXO, et al, 2004); enfim, o comprimento das sementes da mamona varia de 0,8 a 3cm, de 0,6 a 1,5 cm de largura e de 0,4 a 1 cm de espessura.

De acordo com Lago et al., (1979), a semente de mamona apresenta dormência, que varia entre cultivares e racemos, chegando à quase nulidade, após nove meses de armazenamento.

Com relação à fisiologia, trata-se de uma planta de metabolismo fotossintético C₃, com elevada taxa de fotorrespiração, considerada uma espécie vegetal ineficiente e pouco competitiva (AZEVEDO et al., 2001; BELTRÃO et al., 2003); necessita, porém, de dias longos com fotoperíodo de pelo menos 12 horas de luz por dia, para produzir satisfatoriamente, sendo reconhecida uma espécie heliófila, apesar de se adaptar a diferentes “comprimentos de dia”, mas com reflexos negativos no crescimento e na produtividade; com menos de 9 horas de luz por dia, o crescimento e a taxa fotossintética tendem a reduzir (WEISS, 1983; SILVA; AMORIM NETO; BELTRÃO 2000; BELTRÃO et al., 2003.). De acordo com Viajaya Kumar et al. (1997) umidade e regime fotoperiódico atuam conjuntamente, influenciando o rendimento da cultura e as maiores variações ocorrem devido ao comprimento do dia.

2.1.3 Requerimentos ambientais

De acordo com Silva; Amorim Neto; Beltrão (2000), o clima propício para a mamoneira é o quente, carecendo de estações bem definidas, chuvosas na fase inicial de crescimento e secas na época da maturação e colheita dos racemos; trata-se de uma planta tipicamente tropical, apesar do cultivo se ter intensificado fora dos trópicos; sua produção e rendimento dependem bastante das condições ambientais, sendo os elementos climáticos precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa do ar, associados à altitude, fatores que mais contribuem para que a cultura exerte o seu máximo potencial genético, em termos de produtividade.

2.1.3.1 Temperatura

Segundo Távora (1982) a temperatura mais propícia ao desenvolvimento da planta e maturação dos frutos, se situa entre 20 e 30 °C, com seu ótimo em torno de 28 °C, mas seu cultivo é possível sob temperatura de até 33°C; uma vez iniciada a germinação a temperatura precisa manter-se acima de 12 °C, embora a planta seja resistente, só morrendo a uma temperatura de 3 a 5 °C abaixo de zero.

A mamoneira produz bem em ambientes onde a temperatura noturna não seja elevada, ou seja, em torno de 20 °C, o que não ocorre em baixas altitudes no caso do litoral do Nordeste, cuja temperatura do ar, à noite, atinge freqüentemente mais de 30 °C, aumentando a respiração oxidativa mitocondrial e reduzindo a fotossíntese líquida; em geral, o crescimento, reduz o número de frutos dos cachos e eleva o número de flores masculinas, promovendo maior taxa de aborto das flores femininas (BELTRÃO et al. 2007).

De acordo com Beltrão (2003) os lugares de clima frio não são, pois, indicados para esta oleaginosa, visto que a quantidade de calor influi na produção e no rendimento em óleo, tornando a produção antieconômica; já, em temperatura muito elevada, superior a 40 °C, provoca aborto das flores, reversão sexual das flores femininas em masculinas e redução substancial do teor de óleo nas sementes (BELTRÃO; SILVA, 1999); as baixas temperaturas retardam a germinação, prolongando a permanência das sementes no solo, o que favorece o ataque de fungos e/ou insetos (TÁVORA, 1982).

2.1.3.2 Precipitação pluvial

A faixa ideal de precipitação para a mamona produzir satisfatoriamente se situa entre 750 mm e 1500 mm, com um mínimo de 600 mm a 750 mm bem distribuídos durante o ciclo da cultura, dependendo do tipo de solo e da demanda evaporativa do ar, retratada pelo potencial hídrico do ar. Aconselha-se ajustar o plantio para que a planta receba de 400 mm a 500 mm até o início da floração (TÁVORA, 1982). Chuvas fortes quando os frutos estão amadurecendo, podem resultar em perdas consideráveis devido à queda das cápsulas. A falta de água no solo, mesmo que na fase de maturação dos frutos, implica em sementes com baixo peso e de teor de óleo (HEMERLY, 1981).

2.1.3.3 Umidade relativa

De acordo com Beltrão (2003), o excesso de umidade é inteiramente desfavorável à cultura da mamona; no início do desenvolvimento provoca a morte de muitas plantas; durante a frutificação provoca má formação dos frutos causando, em ambos os casos, redução da produção e, durante a fase da maturação dos frutos e da colheita, deve faltar umidade para que ela seja feita em tempo seco.

2.1.3.4 Latitude e altitude

É difícil limitar-se, em termos de latitude e altitude, isoladamente, a variação climática tolerada pela mamona; normalmente, sua área de cultivo está compreendida entre 40 °N e 40 °S; entretanto, na Rússia cultivares têm sido selecionadas para as condições de cultivo econômico até 52 °N (TÁVORA, 1982). Por outro lado, Carvalho (2005), considera a altitude um fator limitante que deve ser levado em consideração; para a exploração comercial, recomendam-se áreas com altitudes entre 300 a 1500 metros acima do nível do mar onde, teoricamente, estaria o ótimo ecológico da cultura, o que não descarta o seu cultivo em locais de altitudes diferentes das citadas.

2.1.3.4 Solo

Quanto às exigências edáficas, a cultura da mamona pode ser explorada nas mais distintas classes de solo, porém se deve evitar aqueles exclusivamente úmidos e com

problemas de drenagem além de áreas sujeitas a inundações prolongadas no período chuvoso, pelo fato da mamoneira ser sensível ao excesso de umidade (TÁVORA, 1982); portanto, os melhores solos para sua exploração são os profundos, bem drenados, de textura média, ricos em matéria orgânica, férteis e sem problemas de salinidade, com pH entre 6,0 e 6,5 e relevo variando de plano a suavemente ondulado, livres de erosão (CARVALHO, 2005). Ressalta-se que, devido ao rápido crescimento da cultura, ocorre grande extração de nutrientes do solo sendo, portanto, uma planta muito exigente em termos de fertilidade (HEMERLY, 1981). Conforme Silva (1983), em solos arenosos ela cresce com lentidão e a produtividade é baixa; em terrenos não expostos ao sol, o crescimento da parte vegetativa é extraordinário mas a colheita é demorada e o rendimento industrial do óleo é inferior.

Pode-se mencionar, como bons terrenos para a cultura da mamona no Nordeste, os aluviões formados à beira dos cursos de água, nos grandes vales e nos baixios, desde que não contenham sal nem sejam muito argilosos. De modo geral, os solos profundos e permeáveis, com boa fertilidade natural e acidez próxima da alcalinidade, propiciam boas condições à cultura, resultando daí um bom rendimento econômico (SILVA, 1983).

Não se recomendam os terrenos de puro massapé sujeitos a rachaduras durante a estação seca e à salinização. Os terrenos pobres e cansados não servem para o cultivo da mamona uma vez que os resultados não são compensadores; também, devem ser evitados os terrenos de altitudes muito elevadas e a instalação da cultura em locais de ventos fortes (SILVA, 1983).

2.1.3.5 Zoneamento agrícola

Com a necessidade de se obter produção de qualidade, vislumbra-se o zoneamento agrícola como ferramenta de grande utilidade, pois se baseia no estudo preliminar das características climáticas que serão associadas às informações agrícolas; o comportamento resultante determina o período e, dentro dele, a possibilidade das melhores datas de plantio. Na utilização do conhecimento em geoprocessamento e sensoriamento remoto, na confecção de mapas ou grafogramas, se avaliam, mais precisamente, as regiões nas quais serão implementadas as culturas e, desta forma se caracteriza melhor o espaço, permitindo partições homogêneas que, por sua vez, possibilitam melhor aproveitamento e

conhecimento do perfil potencial produtivo e do desenvolvimento da agricultura familiar, de acordo com parâmetros de solo, clima e fenologia da cultura da mamoneira.

Para produzir satisfatoriamente, toda e qualquer planta cultivada carece de vários fatores de produção e insumos, dependendo de seu genótipo e do ambiente (clima e solo), que interagem entre si definindo a reação fenotípica de uma cultivar. Cada espécie e suas cultivares têm seu ótimo ecológico para que a produtividade seja boa e se aproxime do seu potencial de produção, além da qualidade do produto que hoje assume papel importante na definição dos preços nos mercados internos e internacionais.

A aptidão de áreas, no estado da Paraíba para o cultivo da mamona, foi definida pelo modelo de balanço hídrico nas condições de clima e solo para a produção em bases ambientalmente sustentáveis pela união de pontos de vista econômicos e agrícolas. Foram 95 os municípios considerados aptos para o cultivo, nos quais a temperatura do ar varia de 20 a 30°C, precipitação pluvial superior a 500 mm durante a estação chuvosa e altitude oscilando de 300 a 1500 m acima do nível do mar (AMARAL; SILVA, 2006).

2.2 Produtos da mamona

2.2.1 Óleo

O óleo de mamona é um dos principais produtos da agroindústria, conhecido como óleo de ricino e, internacionalmente, como “castor oil” diferenciando-se dos demais óleos vegetais pela presença dos triglicerídeos, em particular do ricinoléico, que é um ácido graxo hidroxilado pouco freqüente nos óleos vegetais e está presente em cerca de 90% da sua composição, cuja fórmula molecular é $C_{18}H_{32}O_2$ (FREIRE, 2001); possui algumas características peculiares, que o tornam excelente matéria-prima para a indústria ricinoquímica, podendo ser utilizado de diversas maneiras; possui três grupos funcionais de alta reatividade: a carboxila no primeiro carbono, a dupla ligação ou insaturação no nono carbono e a hidroxila, no décimo segundo carbono, o que favorece a síntese de um grande número de derivados químicos. O ácido ricinoléico é o único ácido graxo hidroxilado sendo, por isso, o único óleo vegetal solúvel em álcool a baixa temperatura, o que facilita seu uso na indústria química (FREIRE; SEVERINO, 2006).

Comercialmente, o óleo de mamona é classificado como óleo industrial número 1 (padrão), óleo industrial número 3 (comercial) e óleo medicinal; o óleo industrial número 1 deve ser límpido e brilhante, com 1% de acidez e 0,5% de impurezas no máximo; sua

coloração é amarelo-claro; o óleo industrial número 3 (comercial) deve ter 3% de acidez e 1% de impureza, no máximo, e sua cor deve variar de amarelo-escuro a marrom-escuro ou verde-escuro; já o óleo medicinal deve estar isento de acidez e de impurezas, o que lhe dá um aspecto incolor e brilhante (FREIRE; SEVERINO, 2006).

Segundo Savy Filho (2005) o óleo da mamona, comumente produzido no Brasil pelas indústrias processadoras, são: óleo de mamona nº 1, óleo de mamona degomado, óleo de mamona desidratado GH, óleo de mamona hidrogenado e óleo de mamona sulfuricinado. O óleo de mamona hidrogenado é a forma de comercialização no mercado internacional, com redução de tarifa fiscal, por ser classificado como cera, enquanto, conforme Freire (2001), o óleo bruto é de coloração palha-claro que, ao ser refinado, fica quase incolor, com odor característico, considerado insalubre por muitas pessoas mas pode ser facilmente desodorizado: seu sabor desagradável causa náuseas; tradicionalmente medicinal, é laxante e causa irritação na mucosa intestinal, estimulando a evacuação dos intestinos humano e animal; além disso, é solúvel em solventes, como etanol, metanol, éter, clorofórmio e no ácido acético glacial.

A composição química da semente pode ser afetada pelas altas temperaturas; por sua vez, os conteúdos de óleo e proteína se tornam reduzidos em temperaturas acima de 35°C e, abaixo de 15°C, o teor de óleo ficaria reduzido e suas características se tornariam alteradas; de maneira geral, os fertilizantes exercem leve efeito sobre a quantidade de óleo nas sementes (FREIRE, 2001). De acordo com Krug e Mendes *apud* Ribeiro Filho (1966), o teor de óleo das sementes depende de vários fatores, como cultivar utilizada, condições ambientais e formas de obtenção; quando é obtido das sementes com casca, varia de 36 a 58% na semente inteira e, sem casca, de 50 a 72%, na amêndoa. As variedades atualmente em distribuição no Brasil são a IAC 80 e a IAC 226 para o Estado de São Paulo (CARVALHO, 1998), com teores de óleo de 47 e 48%, respectivamente.

2.2.2 Torta

A torta da mamona é um subproduto obtido no processamento do óleo, sendo rico em matéria orgânica e em alguns nutrientes; ela contém cerca de 6% de N; entretanto, não é fornecedora de nutrientes e, sim, de matéria orgânica, com cerca de 89% (SAVY FILHO, 2005).

Segundo Chierice e Claro Neto (2001), após lhe terem sido retirados as toxinas e os alergogênicos, a torta da mamona apresenta, dentre vários constituintes, 43% de proteínas, 35% de fibras, 10% de umidade, 8% de cinzas, 2% de óleo, 1% de fósforo, 0,5% de cálcio e 0,5% de magnésio.

A mamona é uma planta tóxica devido à presença de três componentes: de uma proteína extremamente tóxica, denominada ricina, a qual se encontra no endosperma; um alcalóide ligeiramente tóxico, denominado ricinina e a uma fração alergênica, que é um complexo proteína-polissacérido, os quais circulam na planta inteira e aparecem com toda a sua potencialidade no farelo ou na torta da mamona (FORNAZIERI JÚNIOR, 1986; SAVY FILHO, 2005).

Ainda não existe um processo de destoxicação da torta de mamona que seja industrialmente viável mas, no campo experimental, este processo é facilmente obtido por tratamento térmico, como a autoclavagem. Uma torta de mamona destoxicada chamada Lex Protéico, já foi comercializada no Brasil na década de 1960, pela empresa Sanbra; no entanto, o processo de produção foi suspenso pela dificuldade de controle da eficiência do processo de destoxicação, ocasionando a liberação de lotes do produto ainda tóxicos, que podiam causar a morte de animais (SEVERINO, 2005).

Diversas pesquisas voltadas à destoxicação de torta de mamona para alimentação de animais alcançaram resultados satisfatórios, como ração de ruminantes, porém, em virtude da limitação tecnológica de transformar a torta de mamona em ração animal, o produto vem sendo utilizado na adubação orgânica (KONNUR; SUBBARAD, 2004; UDESHI, 2004).

2.3 Biodiesel

Biodiesel é um combustível biodegradável derivado de fontes renováveis, o qual pode ser obtido por diferentes processos, tais como craqueamento, esterificação ou pela transesterificação; pode, também, ser produzido de uma grande variedade de matérias-primas, que incluem a maioria dos óleos vegetais, como óleos de mamona (*Ricinus communis* L.), soja (*Glycine max* L.), algodão (*Gossypium* L.), dendê (*Elacis guineensis* L.), amendoim (*Arachis hypogaea* L.), colza (canola) (*Brassica napus* L.), girassol (*Helianthus annuus* L.), açafrão (*Crocus sativus* L.), coco (*Cocos nucifera* L.), babaçu (*Orbignya phalerata* L.) e pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), dentre outros, além de

gorduras de origem animal (usualmente sebo), e óleos de descarte (óleos usados em frituras) (PARENTE, 2003). Este produto possui forte apelo ambiental, especialmente por diminuir as emissões de gases como CO₂ e partículas de hidrocarbonetos durante a combustão, quando comparado com os combustíveis fósseis (HOLANDA, 2006; PIRES et al., 2004).

Diversas rotas tecnológicas ou processos químicos são utilizados para a obtenção do biodiesel, como: transesterificação e craqueamento térmico, em que a primeira, um reator, realiza a reação química do óleo vegetal com o etanol (rota etílica) ou metanol (rota metílica) na presença de um catalisador (hidróxido de sódio ou de potássio), para a remoção da glicerina, que surge como subproduto, enquanto o processo de craqueamento térmico ou pirólise, consiste na conversão de uma substância em outra através de aquecimento, na ausência de oxigênio; assim, o reator trabalha a altas temperaturas (superiores a 450°C), promovendo a quebra das moléculas na presença de um catalisador (FREITAS; PENTEADO, 2006).

De acordo com Parente (2003), os primeiros estudos com biodiesel no Brasil, em 1979, foram realizados no Estado do Ceará, cuja produção seria através de diversas matérias-primas, dentre as quais se destacava a mamona, em virtude do elevado teor de óleo de suas sementes.

Estudos sobre o agronegócio têm mostrado que a mamona se constitui, no momento, na cultura de sequeiro mais rentável no semi-árido nordestino podendo, ainda, contribuir sobremaneira para a redução da emissão de gases de efeito estufa, além de gerar milhares de postos de trabalho em todo o Brasil (SOUZA, 2007).

2.4 Principais produtores mundiais e brasileiros

Durante décadas, o Brasil foi o maior produtor mundial de mamona em grão e maior exportador de óleo; contudo, em 1982 e 1993 a Índia e a China o superaram e se tornaram, respectivamente, os primeiro e segundo maiores produtores de mamona do mundo. A partir deste período, o Brasil passou a ocupar o posto de terceiro lugar, em termos de produção mundial, tanto em área plantada como na quantidade produzida (SILVA; AMORIM NETO; BELTRÃO, 2000; CORRÊA et al., 2004; SANTOS et al., 2007).

Depois de sucessivas reduções de produção e área colhida, a ricinocultura sofreu, internamente, sensível recuperação nas safras 2005 e 2006, anos em que a área plantada

representou, respectivamente, 13 e 15% do total mundial e a produção correspondeu a 11 e 13% do montante produzido mundialmente (FAO, 2008). Em breve retrospecto da mamoneicultura nacional nos últimos quatro anos, ocorreu um aumento na produção, da ordem de 85%, de 2003, quando o País produziu 83.682 toneladas, a produção estimada para 2007, quando foi de 155400 toneladas (CONAB, 2008).

O aumento da produção brasileira desta cultura se deve, primordialmente, ao aumento na área plantada, que passou de 133.879 ha na safra 2002/2003 para 165.300 ha na safra estimada para 2006/2007, aumento superior a 23%; neste mesmo período, o rendimento médio cresceu apenas 13,43% e, para 2006, a expectativa é de que a produtividade se situe em torno de 720 kg ha⁻¹ (IBGE, 2008), que é muito baixa em relação ao real potencial produtivo da cultura e reflete a necessidade da melhoria dos sistemas de produção desta oleaginosa, utilizada pelos produtores.

A região Nordeste é responsável por mais de 90% da produção nacional e o Estado da Bahia é o maior produtor brasileiro, com área plantada de 149.400 ha e produção de 126.100 toneladas na safra de 2007/2008, seguido do Estado do Piauí (CONAB, 2008).

A recuperação da produção nacional de mamona é uma resposta ao lançamento de diversos programas no âmbito de distintas esferas governamentais, que têm em vista incentivar e aperfeiçoar a produção de biodiesel no País, priorizando oleaginosas que propiciem mais emprego de mão-de-obra e insiram regiões marginalizadas no processo de desenvolvimento econômico; no entanto, esta recuperação ainda está aquém da capacidade de processamento das principais indústrias de óleo de mamona instaladas no País, já que o Brasil conta com capacidade instalada para processar cerca de 440 mil toneladas/ano de mamona em baga em suas principais indústrias de extração de óleo de mamona, considerando-se o período de operação industrial de 200 dias/ano, o que pode gerar o equivalente a 198 mil toneladas de óleo (SANTOS; et al., 2007).

2.5 Nutrição mineral da mamona

Em sua maior parte, os nutrientes necessários ao desenvolvimento e crescimento das plantas ocorrem no solo; só uma fração mínima, cerca de 0,2%, está dissolvida na água; o restante, 98%, é ligado a detritos orgânicos e compostos inorgânicos quase insolúveis ou incorporados a substâncias minerais (LARCHER, 1986).

A exigência nutricional de qualquer planta é determinada pela quantidade de nutrientes que ela extrai durante seu ciclo para obtenção de produções econômicas (Staut;

Kurihara, 1998). A mamona é uma planta exigente em nutrientes para produzir bem, razão por que em solos pobres em nutrientes se aconselha fazer adubação racionalmente; caso o pH seja muito ácido, abaixo de 5, recomenda-se a calagem pelo menos três meses antes do plantio e em solo úmido para que haja reação do calcário que deve ter poder relativo de neutralização total acima de 80% (QUEIROZ, 2006).

De acordo com Canecchio Filho; Freire (1958) para a mamoneira produzir 2000 kg ha⁻¹ de sementes e 1333 kg ha⁻¹ de casca, a cultura retira, de 1 ha de solo, 80 kg de N, 18 kg de P, 32 kg de K, 12 kg de Ca e 10 kg de Mg. Se somar, a esses valores, a quantidade de elemento necessário à formação da parte vegetativa da planta, chegar-se-á à conclusão de que a planta é esgotante, do ponto de vista de exigências nutricionais.

O uso de fertilizantes com a finalidade de corrigir deficiência e manter o balanceamento de nutrientes presentes no solo, deve ser ditado não apenas pela disponibilidade de elementos no solo e exigências da cultura mas, também, pelo nível tecnológico empregado e econômico da atividade.

2.6 Adubação orgânica

A adubação orgânica é uma prática relevante para manter e aumentar a fertilidade do solo, tendo sido praticada por diferentes povos em maior ou menor proporção, ao longo do tempo, visto que a busca de solos ricos em "húmus" para a produção agrícola tem sido, regra geral, entre os agricultores, desde a mais remota antigüidade (INGUE, 1984); contudo, como a melhoria da capacidade produtiva do solo é um processo gradual em que a matéria orgânica tem elevada importância (BONILLA, 1992), a manutenção da alta produtividade depende do conhecimento de sua dinâmica no solo, fatores climáticos e fisiológicos (MIYASAKA, 1997).

A aplicação de materiais orgânicos no solo pode proporcionar efeito residual, determinado pela velocidade de decomposição do material e, no caso de esterco, pode persistir por três ou quatro anos (LUND; DOSS, 1980; SCHERER; BARTZ, 1984); assim, ela possibilita a liberação dos nutrientes à planta, de acordo com a sua exigência, permitindo aos agricultores a obtenção de um insumo de baixo custo e ótima qualidade, proporcionando economia no consumo de fertilizantes minerais (MELLO et al., 2000); além disso, os nutrientes não são sumariamente lavados e carregados durante a irrigação tendo, portanto, a vantagem de fornecer nutrientes às plantas, de forma equilibrada e com maior poder residual (KIEHL, 1985; PRIMAVESI, 1990).

A matéria orgânica também oferece uma série de benefícios para o solo e, conseqüentemente, para as plantas cultivadas, haja vista que reduz a acidez, diminui os teores de alumínio e manganês tóxicos, aumenta o pH, CTC, transporte e disponibilidade de micronutrientes, melhora a estrutura do solo, refletindo positivamente na aeração, permeabilidade e infiltração de água, promovendo um desenvolvimento vegetativo adequado, através de produtividades economicamente viáveis (RODRIGUES, 1994; CARDOSO; OLIVEIRA, 2002); neste, conforme FILGUEIRA (2000), a adição de matéria orgânica, em especial de esterco, tornou-se prática comum e viável na agricultura mas, quando são incorporadas em grandes quantidades ao solo, ocorrem alta atividade microbiana e produção de gás carbônico, em detrimento da quantidade de nitrogênio na forma de nitrato, que é a forma de nitrogênio assimilável pelos vegetais.

As fontes de adubo orgânico podem apresentar características bastante distintas e ser agrupadas em fertilizante orgânico e fertilizante composto, em que o fertilizante orgânico é o “fertilizante de origem vegetal ou animal contendo um ou mais nutrientes das plantas” e o fertilizante composto, mais conhecido como composto, é o “fertilizante obtido por processo bioquímico, natural ou controlado com mistura de resíduos de origem vegetal ou animal” (VILLAS BOAS, et al., 2004).

A grande maioria dos trabalhos envolvendo matéria orgânica se refere ao uso de esterco como melhoradores do solo e fornecedores de nutrientes (VILLAS BOAS, et al., 2004), dentre os quais se destacam o bovino, caprino, suíno e de aves (MALAVOLTA, 1989).

2.6.1 A torta de mamona como adubo orgânico

A torta de mamona vem sendo utilizada como adubo desde meados do século passado, em diversos países, inclusive no Brasil, inicialmente na cultura do café. Em comparação com algumas fontes de adubação orgânicas de nitrogênio, a mamona apresenta a maior quantidade na proporção de 37,70 kg/t, enquanto os demais indicam 3,40 kg/t (esterco bovino), 55 kg/t (esterco misto) e 31,30 kg/t (torta de algodão); além de sua aplicação como adubo e ração animal, outros usos da torta de mamona são mencionados destacando-se, entre eles, os seguintes: matéria-prima para a fabricação de material plástico; fontes de ácido aminado, matéria-prima para fabricação de cola e inseticidas de solo (BELTRÃO, 2002).

É aconselhável que a torta, mesmo sendo usada como adubo, passe pelo processo de destoxicação e desalergenização visto que, como relatado por Small apud Icoa (1989), sua aplicação pode causar alergia aos trabalhadores e aos moradores das proximidades para onde a poeira da torta pode ser levada pelo vento, além de poder provocar intoxicação em animais domésticos; por outro lado, é provável que a desintoxicação diminua o efeito nematicida do produto, que é um importante atrativo.

Uma torta de boa qualidade é obtida pelo processo de extração dupla, isto é, submete-se a mamona à prensa e, posteriormente, ao tratamento por solventes; a torta assim obtida tem baixo teor de óleo residual (1,5%), favorecendo a sua assimilação rápida pelo solo e aproveitamento ao máximo do benefício das chuvas.

A maior utilização da torta da mamona é na adubação orgânica, quando se evidencia também a propriedade de controle de nematóides. Alguns estudos demonstram que a folha também pode ser usada neste controle. Há evidências de que a ricina tenha atividade no controle de nematóides do solo (SAVY FILHO, 2005).

A ação da toxidez da ricina no controle de nematóides se faz sentir sobre as formas jovens e sobre a eclosão dos ovos exercendo, assim, controle sobre a população dos mesmos, conforme se verificou em um experimento de controle do nematóide do milho. A ação de controle foi intermediária, isto é, sem a erradicação da população, de acordo com as análises do número de nematóides por grama de raiz (SAVY FILHO, 2005).

Na Índia, principal país produtor de mamona do mundo, cerca de 85% da torta de mamona são utilizados como fertilizante orgânico; além de ser excelente fonte de nitrogênio, cuja liberação não é tão rápida quanto a de fertilizantes químicos nem tão lenta quanto a de esterco animal, apresenta ainda propriedades inseticida e nematicida (<http://www.biodieselbr.com>).

Alguns estudos já demonstraram a rapidez com que a torta de mamona se mineraliza e, conseqüentemente, disponibiliza seus nutrientes. Segundo Jones, citado por Bon (1977) entre 75 e 100% do nitrogênio da torta de mamona foram nitrificados em três meses. Severino et al. (2004) demonstraram que 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 o bagaço de cana.

2.6.2 Esterco bovino

O esterco bovino tem, na sua composição, de 30 a 58% de matéria orgânica, considerado ótimo meio de cultura para os organismos, em virtude de elevar a quantidade de bactérias do solo quando adicionado como fertilizante. Julgava-se, de início, que este aumento era devido aos microrganismos existentes no esterco; mais tarde, no entanto, ficou demonstrado que, mesmo se adicionando ao solo esterco esterilizado sem microrganismos vivos, obtinha-se aumento considerável da população microbiana (ERNANI; GIANELLO, 1983; KIEHL, 1985; DEMÉTRIO, 1988; PRIMAVESI, 1989; ARAÚJO et al., 1999).

Quantidades adequadas de esterco bovino de boa qualidade podem suprir as carências das plantas em macronutrientes, sendo o potássio o elemento com teores mais elevados no solo, em virtude do seu uso contínuo (CAMARGO, 1984). De acordo BRADY (1979); SILVA; SILVEIRA, (2000), sua adição em quantidade excessiva pode trazer prejuízos às plantas em algumas situações de solos muito ácidos e argilosos, cujos benefícios da adubação orgânica não são muito evidentes; neste caso, o uso indiscriminado de altas doses de esterco bovino pode aumentar os teores de nitrogênio e salinização do solo, pela possibilidade de elevação da condutividade elétrica, desbalanço nutricional e, em contrapartida, redução da produtividade das culturas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização

O experimento foi conduzido nos meses de julho de 2006 a fevereiro de 2007, em uma área de 2.392 m², localizada na fazenda Chã de Jardim, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, localizada no município de Areia, PB, situado geograficamente na Mesorregião do Agreste Paraibano, o qual está zoneado para o cultivo da mamona. A sede do município se encontra a 618 m de altitude e tem sua posição geográfica determinada pelo paralelo de 6°57'48" de latitude sul em sua interseção com o meridiano de 35°41'30" de longitude oeste do meridiano de Greenwich.

3.2 Clima

O clima do município de Areia é uniforme e ameno; as temperaturas médias anuais variam de 14° a 18°C, no período mais frio, que ocorre entre fevereiro a agosto a 26 °C no período mais quente, que vai de setembro a janeiro; a média da umidade relativa do ar ao longo do ano varia de 86 a 71%. A precipitação média anual varia de 800 a 1600 mm com estação chuvosa concentrada entre os meses de junho e agosto, quando ocorre a maior parte dessa precipitação; o período crítico de deficiência hídrica vai de meados de outubro a dezembro, com demanda atmosférica superior à das reservas de armazenamento de água do solo; enfim, essas características Koppen classifica o clima do município como Aw: tropical chuvoso (VIANELLO, 1991).

Apresentam-se, na Figura 1, os dados da precipitação pluvial registrados na Estação Meteorológica da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia, PB, durante o período de condução do experimento, em que a precipitação acumulada neste período, foi de 566 mm para o período compreendido entre o plantio e a última colheita.

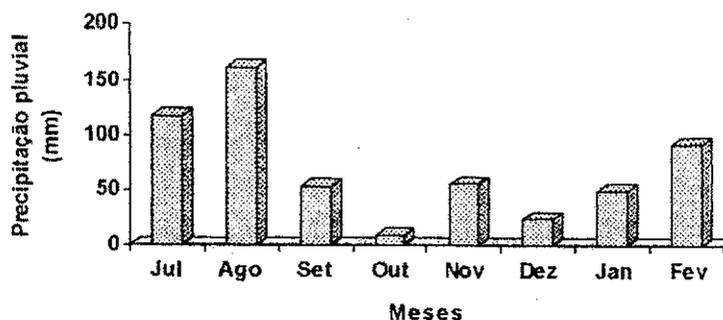


Figura 1 Precipitação pluviométrica mensal registrada durante a condução do experimento no período de 09/07 de 2006 a 09/02 de 2007, na Fazenda Chã de Jardim, do CCA/UFPB, Areia, PB, 2007

3.3 Solo

Na área experimental o solo predominante pertence à classe do Neossolo Regolítico Psamítico típico, textura areia-franco (EMBRAPA, 1999).

Coletaram-se, antes do plantio, amostras, na área experimental, na profundidade de 0-20 cm, para determinar as características químicas e físicas; as amostras de solo foram enviadas ao Laboratório de Química e Fertilidade do Solo do Departamento de Ciências do Solo do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba e analisadas segundo procedimento descrito pela Embrapa Solos (1997). Os resultados das análises físicas e químicas estão apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 Características físicas do solo da área experimental. Areia, PB, 2006

Areia Grossa	Textura (g.kg^{-1})		
	Areia fina	Silte	Argila
672	125	126	77

Análises realizadas no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus II, Areia, PB, 2006

Tabela 2 Características químicas do solo da área experimental. Areia, PB, 2007

pH H_2O (1:2,5)	Complexo Sortivo ($\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$)					Al^{13}	P	MO
	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	$\text{H}^+ + \text{Al}^{13}$	$\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$	mg dm^{-3}	g kg^{-1}
6,04	2,00	0,75	0,06	0,2	2,56	0,10	5,41	12,20

Análises realizadas no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus II, Areia, PB, 2006

3.4 Adubação

Realizou-se a adubação considerando-se os resultados da análise química do solo, a recomendação nutricional para a cultura da mamona e as características químicas dos fertilizantes esterco bovino, torta da mamona e sulfato de amônia, notadamente em relação ao teor de nitrogênio contido nesses adubos, apresentados na Tabela 3. A adubação foi realizada de modo convencional, em fundação, em cada cova, nas proporções apresentadas na Tabela 4. Com o objetivo de se elevar a fertilidade do solo de toda a área experimental, aplicou-se um lastro para todos os tratamentos, o qual era constituído de: cloreto de potássio (60% K₂O) e superfosfato simples (20% P₂O), aplicando-se por planta 10 g e 2 g, respectivamente.

Tabela 3 Características químicas do esterco bovino e da torta da mamona utilizados no experimento

Fertilizantes	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio
	(%)				
Esterco Bovino	0,7	0,61	2,10	4,32	1,15
Torta da Mamona	4,5	3,11	0,66	0,75	0,51
Sulfato de Amônia	20	-	-	-	-

Análises realizadas no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus II, Arcaia, PB, 2006

Tabela 4 Quantidade de fertilizantes utilizados por tratamento

Doses kg ha ⁻¹	Fertilizantes – (g/planta)		
	Sulfato de Amônia	Esterco Bovino	Torta de Mamona
30	30	857,19	133,44
60	60	1714,38	266,56
90	90	2571,56	400
120	120	3428,44	533,44

3.5 Cultivar

Avaliou-se a mamoneira cultivar BRS Paraguaçu, cujo porte médio é de 1,60 m de altura aproximadamente, em regime de sequeiro, com caule de coloração roxa, com cera, racemo oval, conforme mostrado na Figura 2, e semente de coloração preta e peso médio de 100 sementes de 71 g; a floração ocorre em torno de 54 dias após a emergência das plântulas e o ciclo é de 250 dias em média; o teor de óleo das sementes é de 48% e a

produtividade média sem adubação é de 1500 kg ha⁻¹, nas condições semi-áridas do Nordeste, em anos normais quanto à precipitação pluvial. Esta cultivar é recomendada pela Embrapa Algodão para agricultura familiar no Nordeste, em razão de apresentar porte médio e frutos semi-deiscentes, boa rusticidade, resistência à seca e boa capacidade de produção em condições de cultivo de sequeiro.



Figura 2 Racemo da mamoneira cultivar BRS Paraguaçu

3.6 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, com treze tratamentos dispostos em esquema fatorial [(3x4)+1], com três repetições, sendo os fatores três tipos de fertilizantes: dois orgânicos (esterco bovino e torta de mamona) e um químico, todos aplicados em quatro doses (30, 60, 90 e 120 kg N ha⁻¹) e uma testemunha absoluta, totalizando 39 unidades experimentais, ocupando uma área de 3328m², com 1248 plantas de mamoneira espaçadas 2 m entre fileiras e 1 m entre plantas. Cada unidade experimental, com uma área de 64 m², era explorada com 32 plantas distribuídas em 4 fileiras, com área útil de 8 m² correspondente a 4 plantas localizadas na área central da parcela, utilizadas para a avaliação de crescimento e uma área de 32 m² ocupada por 16 plantas dispostas nas duas fileiras centrais utilizadas para avaliação da produtividade da cultura.

Os tratamentos apresentaram as seguintes denominações:

E30 – esterco bovino na dose de 30 kg N ha⁻¹

E60 - esterco bovino na dose de 60 kg N ha⁻¹

E90 - esterco bovino na dose de 90 kg N ha⁻¹

E120 – esterco bovino na dose de 120 kg N ha⁻¹

T30 – torta da mamona na dose de 30 kg N ha⁻¹

T60 – torta da mamona na dose de 60 kg N ha⁻¹

T90 – torta da mamona na dose de 90 kg N ha⁻¹

T120 – torta da mamona na dose de 120 kg N ha⁻¹

Q30 – adubo químico na dose 30 kg N ha⁻¹

Q60 – adubo químico na dose 60 kg N ha⁻¹

Q90 – adubo químico na dose 90 kg N ha⁻¹

Q120 – adubo químico na dose 120 kg N ha⁻¹

T – testemunha absoluta

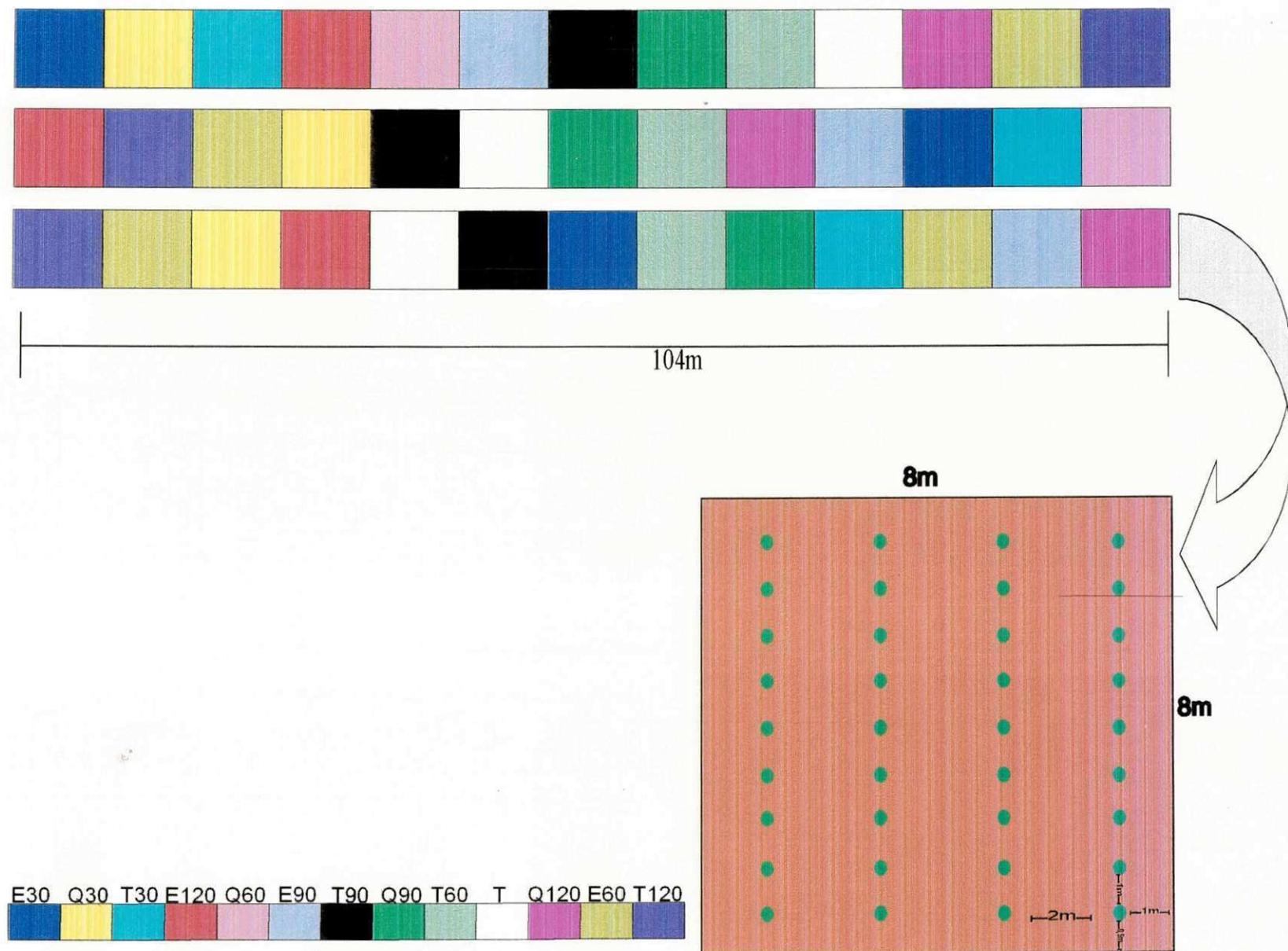


Figura 3 Croqui da área experimental. Areia, PB, 2007

3.7 Condução do experimento

Dois meses antes do plantio da mamoneira se aplicou, na área, o herbicida glifosato, com o objetivo de combater plantas daninhas, de forma rápida e a baixo custo.

Fez-se o plantio semeando-se de três a quatro sementes por cova na profundidade de 5 cm; a emergência ocorreu nove dias após o plantio, como mostrado na Figura 4; aos 30 dias após a emergência, procedeu-se ao desbaste cortando-se as plantas rentes ao solo, conforme apresentado na Figura 5, permanecendo apenas uma planta por cova.



Figura 4 Emergência da mamona, nove dias após o plantio. Areia, PB, 2006



Figura 5 Desbaste da mamona. Areia, PB, 2006

3.8 Tratos culturais

Para o controle de pragas duas pulverizações foram aplicadas, sendo a primeira realizada com o inseticida Deltametrin¹, no dia 06 de agosto de 2006, para combater a largata-das-folhas (*Thalesa citrina*) conforme a Figura 6; a segunda pulverização ocorreu no dia 01 de novembro do mesmo ano utilizando-se o produto Kumulus DF com o objetivo de controlar o ácaro vermelho (*Tetranychus ludeni*).

Dois meses após a emergência, e conforme verificado na Figura 7, foram detectados, em algumas plantas, problemas de murcha, tombamento e raízes necrosadas o que resultou em perda de algumas plantas. O Laboratório de Fitopatologia – CCA – UFPB, diagnosticou esses sintomas como ataque dos fungos *Rhizostonia* sp, *Fusarium* sp. e diferentes gêneros de nematóides. Por recomendação do Laboratório suspendeu-se a irrigação para controle desses organismos, uma vez que a água da irrigação estava sendo usada como veículo de locomoção e contaminação por esses patógenos.

¹ Produto comercial Decis



Figura 6 Folha da mamoneira atacada por largata-das-folhas (*Thalesa citrina*). Areia, PB, 2006



Figura 7 Mamona atacada por nematóides. Areia, PB, 2006

3.9 Variáveis avaliadas

3.9.1 Valores primários do crescimento

Para estimar os efeitos da aplicação de doses e tipos de adubo sobre o crescimento da mamona, avaliaram-se as variáveis: altura de inserção do primeiro racemo, número de folhas, diâmetro caulinar e número de nós, a cada 20 dias, cuja primeira coleta de dados foi feita aos 40 dias após a emergência (DAE), totalizando 180 dias.

A altura de inserção do racemo primário foi mensurada considerando-se, a distância vertical em centímetros do nível do solo até a inserção do racemo primário, com auxílio de uma régua graduada com comprimento de 1,00 m, como constatado na Figura 8. Obteve-se o diâmetro caulinar (mm) a 2 cm do colo da planta utilizando-se um paquímetro digital, conforme a Figura 9; o número de internódios foi determinado pela contagem a partir do nível do solo até a região da inserção do racemo primário; já o número de folha foi realizado pela contagem em toda a planta.



Figura 8 Medição da altura de inserção do primeiro racemo. Areia, PB, 2006



Figura 9 Medição do diâmetro caulinar. Areia, PB, 2006

3.9.2 Variáveis de produção da mamona

A produção da cultura da mamona foi representada pelas seguintes características: comprimento do racemo (TR), quantidade de frutos por racemo (QFR), peso do racemo (PR), quantidade de sementes por racemo (QSR), peso de 100 sementes (P100S), teor de óleo (TO), produtividade de grãos e rendimento de óleo por hectare.

3.9.2.1 Comprimento do racemo e quantidade de frutos por racemo

Para determinação do comprimento efetivo do racemo consideram-se apenas aqueles de até quarta ordem em cada tratamento; as medições foram tomadas na região da raque provida de frutos, através de uma régua graduada em centímetros e na obtenção do número de frutos por racemos se consideraram aqueles de até quarta ordem, dividindo-se o número total de frutos pela quantidade de racemos produzida.

3.9.2.2 Peso dos racemos

Obteve-se a massa do racemo em grama pelo quociente entre a massa total dos racemos de cada parcela e o número de racemos produzidos; antes da pesagem, os racemos foram postos para secar a fim de que a umidade remanescente após a colheita, não interferisse na mensuração desta característica.

3.9.2.3 Teor de óleo e peso de 100 sementes

Após o beneficiamento e pesagem amostras de sementes foram tomadas segundo o tratamento e ordem do racemo, as quais foram identificadas e acondicionadas em sacos plásticos para, em seguida, serem encaminhadas ao Laboratório da Embrapa Algodão, em Campina Grande, PB, onde se determinou o teor de óleo nas sementes com umidade corrigida para 10%, por Ressonância Magnética Nuclear – RMN, de acordo com a metodologia descrita em Oxford Instruments (1995), como pode ser visto na Figura 11. Antes da determinação no RMN foi preciso se obter no mínimo, cinco amostras-padrão de sementes em relação ao teor de óleo, preparadas pelo método clássico do extrato etéreo, como se vê na Figura 10; determinou-se o teor de óleo de cada amostra empregando-se o método oficial AOCS Ak 5-01 (AOCS, 2005); a massa de 100 sementes foi definida de acordo com as Regras para Análises de Sementes –

RAS (BRASIL, 1992), utilizando-se uma balança com precisão de quatro casas decimais.



Figura 10 Obtenção do teor de óleo através de solvente. Areia, PB, 2007



Figura 11 Obtenção do teor de óleo através do RMN. Areia, PB, 2007

3.9.2.4 Número de racemos por planta

Determinou-se o número médio de racemos por planta mediante a divisão do número total de racemos colhidos em cada parcela pela quantidade de plantas úteis.

3.9.2.5 Produtividade de grãos e rendimento de óleo

Obteve-se a produtividade de grãos pela pesagem dos grãos de cada parcela após o beneficiamento com os valores sendo extrapolados para kg ha^{-1} . O rendimento de óleo em kg ha^{-1} foi estimado a partir dos valores da produtividade de grãos e do percentual de óleo das sementes de cada repetição (Equação 1).

$$RO = \frac{PTG \times PO}{100}$$

Equação 1

sendo:

RO = Rendimento de óleo (kg ha^{-1})

PTG = Produtividade total de grãos (kg ha^{-1})

PO = Percentual de óleo das sementes (%)

3.10 Colheita e beneficiamento

Realizaram-se seis colheitas foram feitas ao longo do ciclo da cultura utilizando-se um alicate de poda e sacos de papel. Os racemos foram colhidos quando 2/3 dos frutos estavam maduros; em seguida foram identificados, separados por tratamento,

repetição e ordem e colocados para completar a secagem em casa de vegetação, pelo tempo de até 30 dias.

Depois da secagem os racemos foram contados e pesados separadamente para cada tratamento, repetição e ordem, enquanto o beneficiamento dos frutos foi manual após separados do racemo.

3.11 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância aplicando-se o teste F; quando se constatou efeito significativo na análise da variância, as médias obtidas nos diferentes tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; enfim, para o fator quantitativo doses de fertilizantes, fez-se a análise de regressão e, na análise dos valores primários de crescimento, os tratamentos foram dispostos em esquema de parcela subdividida no tempo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Variáveis do crescimento

4.1.1 *Altura de inserção do primeiro racemo e número de folha*

Os resumos das análises de variância obtidos para as variáveis altura de inserção do primeiro racemo e número de folhas em oito observações realizadas a partir dos 40 dias após a emergência, em função dos três tipos de fertilizante torta de mamona (F1), esterco bovino (F2) e sulfato de amônia (F3) e quatro doses de nitrogênio (30, 60, 90 e 120 kg N ha⁻¹), são verificados na Tabela 5, a qual revela que todas as variáveis avaliadas apresentaram efeito de blocos em nível de 5% de probabilidade. Provavelmente, o ataque de fungos *Rhizoctonia* sp, *Fusarium* sp. e diferentes gêneros de nematóides no solo com intensidade distinta na área experimental promovendo impactos de grande variação espacial, contribuíram para esses resultados. Não se registraram influências do tipo ou das doses do adubo aplicado em qualquer uma das variáveis, fato que pode ter sido ocasionado em razão do tempo de exposição do fertilizante orgânico não ter sido o bastante para a mineralização da matéria orgânica ou, ainda, em virtude do teor de umidade do solo não ter sido o bastante para a realização deste processo pela irregularidade da precipitação; Beltrão et al. (2005) em registro de pesquisa realizada para avaliar a resposta da mamoneira à adubação orgânica e mineral, observaram efeitos semelhantes.

Verificou-se, em relação às interações, que apenas a interação fertilizante x época de observação foi significativa para a variável altura de inserção do primeiro racemo, em nível de significância de 1% de probabilidade; o desdobramento dessas interações é apresentado na Tabela 5, com base nos modelos lineares e quadráticos; nota-se, ainda na mesma tabela, que o desdobramento da análise de regressão revelou que a altura de inserção do primeiro racemo e o número de folhas da mamoneira se ajustaram de forma significativa, a nível de 1% de probabilidade, aos modelos lineares e quadrático.

Visualizam-se, na Tabela 6, os valores médios da variável altura inserção do primeiro racemo, em função dos tipos de fertilizantes aplicados e dos períodos de observações; e constata-se, por outro lado, que, inicialmente, o crescimento da mamoneira foi melhor para a planta adubada com esterco bovino; a partir dos 80 dias

após a emergência até o final do experimento, os melhores resultados foram obtidos para as plantas adubadas com torta de mamona e adubação química.

Tabela 5 Resumos das análises de variância, das variáveis: altura inserção do primeiro racemo (AIR) e número de folhas (NF), em função dos tipos de fertilizantes (F), das doses aplicadas (D) e dos dias após a emergência (T). Areia, PB. 2007

Fonte de variação	GL	Quadrados médios	
		AIR	NF
Bloco	2	4914,337*	1521,301*
D	3	92,166 ^{ns}	23,109 ^{ns}
F	2	407,713 ^{ns}	586,066 ^{ns}
D x F	6	436,137 ^{ns}	234,432 ^{ns}
Resíduo (A)	24	602,127	419,110
CV (A)		41,44	67,75
T	7	5829,46**	5311,604**
D x T	21	7,483 ^{ns}	12,292 ^{ns}
F x T	14	164,139**	68,833 ^{ns}
D x F x T	42	12,341 ^{ns}	61,241 ^{ns}
Resíduo (B)	182	10,70633	60,96388
CV (B)		5,53	25,84
Dias/ F1			
Linear	1	10129,21**	6214,32**
Quadrático	1	4813,417**	3825,26**
Dias/ F2			
Linear	1	3812,601**	6262,58**
Quadrático	1	1771,500**	2616,89**
Dias/ F3			
Linear	1	13106,00**	6607,04**
Quadrático	1	5765,200**	
Fatorial vs Testemunha	1	5049,67**	553,05**

NS, * e ** = Não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. F1 - torta de mamona; F2 - esterco bovino; F3 - sulfato de amônio

Tabela 6 Valores médios da altura inserção do primeiro racemo (cm), em função dos tipos de fertilizantes, durante o experimento. Areia, PB, 2007

Dias após emergência	Fertilizantes		
	Torta de Mamona	Esterco Bovino	Adubo Químico
40	29,31 ab	37,51 a	27,76 b
60	52,23 a	54,90 a	50,26 a
80	64,58 a	60,39 a	66,76 a
100	66,68 a	60,70 a	68,13 a
120	67,53 a	61,93 a	69,74 a
140	68,67 a	62,78 a	71,02 a
160	69,00 a	63,01 a	71,39 a
180	69,26 a	63,53 a	71,80 a

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

A Figura 12 representa o comportamento da altura de inserção do primeiro racemo da mamoneira em função dos tipos de fertilizantes aplicados; verifica-se a evolução da planta ao longo do experimento. Pela derivada primeira das equações de regressão mostradas na Tabela 7, estimou-se que os maiores valores para altura de inserção do primeiro racemo foram 72, 66 e 75 cm para torta de mamona, esterco bovino e adubo químico, respectivamente, todos em torno dos 140 dias após a emergência da planta.

Lima et al. (2006), verificaram maior crescimento da mamoneira quando adicionaram esterco bovino em comparação com a adição de cinza de madeira e afirmam que este é o melhor desempenho das plantas na presença do esterco bovino devido, provavelmente, à elevação do pH do solo e a melhoria nas características físicas do solo, haja vista a mamoneira ser muito sensível à baixa aeração do ambiente edáfico.

Guimarães et al. (2006), notaram maior altura da mamoneira adubada com torta de mamona em comparação com o esterco bovino e biossólido, em experimento conduzido em casa de vegetação, utilizando vasos e matéria orgânica equivalente a 255 kg N ha⁻¹.

Evidencia-se, na Figura 13, que a adubação promoveu efeitos significativos no crescimento da mamoneira em relação ao tratamento não adubado; esta influência positiva pode ser atribuída ao fato de que, embora o material orgânico não tivesse, ainda, condição de disponibilizar nutrientes para a cultura, pode ter promovido a

melhoria das propriedades físicas do solo, como aeração e capacidade de retenção de água, necessários ao desenvolvimento da cultura.

Tabela 7 Equações de regressão ajustadas aos dados médios de altura inserção do primeiro racemo, em função dos diferentes tipos de fertilizantes e dos dias após a emergência, com respectivos coeficientes de determinação. Aréia, PB, 2007

FERTILIZANTE	MODELO	R ²
F1 - Torta de mamona	$\hat{y} = -2,3791 + 1,074x - 0,0039x^2$	0,92
F2 - Esterco bovino	$\hat{y} = 19,529 + 0,6531x - 0,0023x^2$	0,87
F3 - Adubo químico	$\hat{y} = -8,2173 + 1,1851x - 0,0042x^2$	0,93

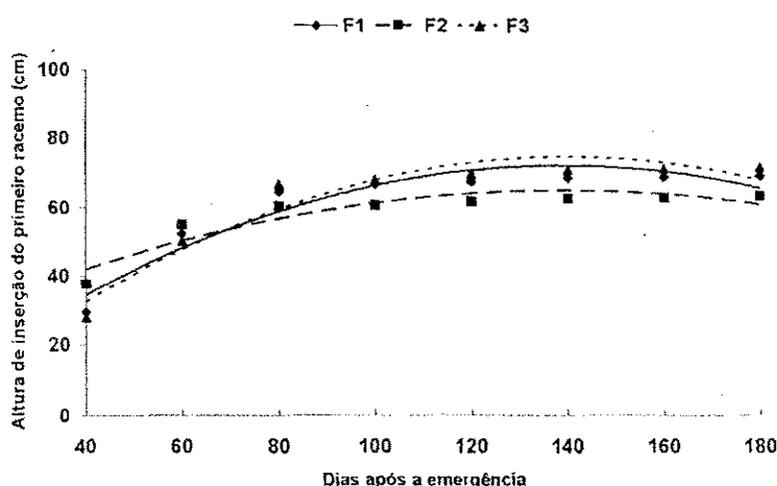


Figura 12 Valores médios dos dados altura de inserção do primeiro racemo (AIR) ao longo do cultivo da mamoneira para os diferentes tipos de fertilizante aplicados. F1 – torta da mamona, F2 – esterco bovino e F3 – sulfato de amônio

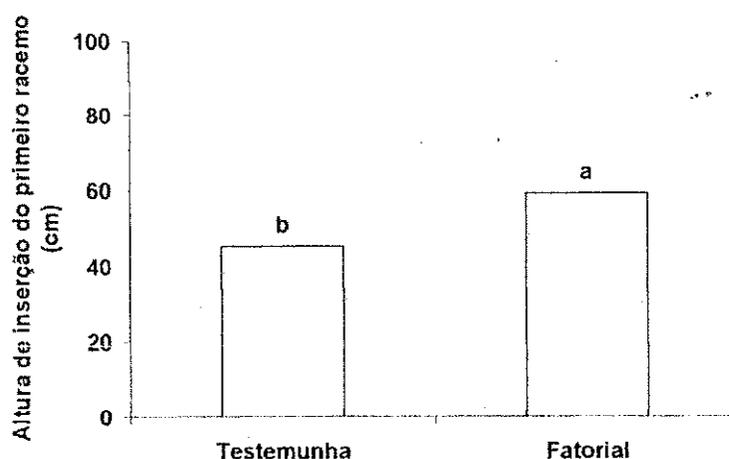


Figura 13 Valores médios de altura de inserção do primeiro racemo na testemunha e no fatorial. Médias seguidas das mesmas letras são iguais entre si pelo teste F a 5%. Aréia, PB, 2007

Nota-se, através dos resultados da análise de variância apresentados na Tabela 5, que o número de folhas foi influenciado pelos blocos e pela época de observação, a níveis de 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Com relação ao contraste fatorial vs testemunha verifica-se, na Figura 14, a superioridade dos tratamentos adubados em comparação com a testemunha.

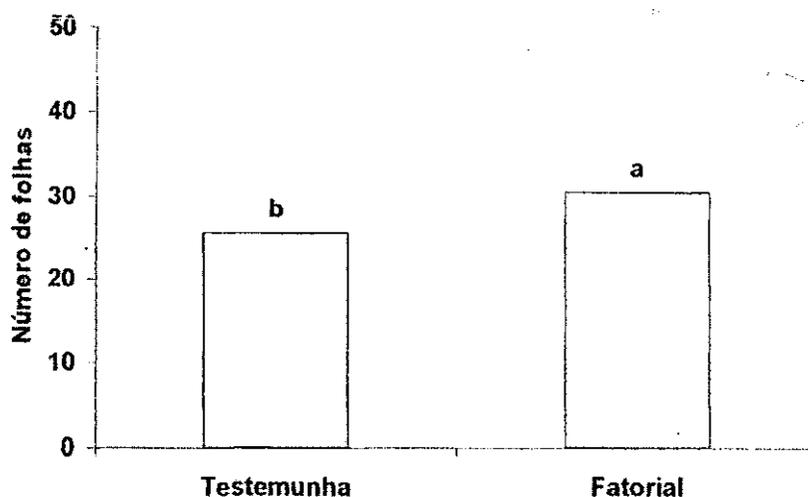


Figura 14 Valores médios do número de folhas na testemunha e no fatorial. Médias seguidas das mesmas letras são iguais entre si pelo teste F a 5%. Arcia, PB, 2007

4.1.2 Diâmetro do caule e número de nós

Com relação às variáveis diâmetro do caule e número de nós verificam-se, na Tabela 8, os resumos das análises de variância em função dos três fertilizantes e das quatro doses de nitrogênio. À semelhança do que ocorreu com altura de inserção do primeiro racemo e do número de folhas, constata-se, efeito significativo a nível de 5% de probabilidade pelo teste F, da fonte de variação bloco sobre o diâmetro do caule da mamoneira e, ainda, na mesma tabela, que não houve efeito significativo da interação dose x período de observação (DxT). Por outro lado, as interações (FxT) e (DxFxT), exerceram efeitos significativos sobre o diâmetro do caule e o número de nós, a níveis de 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

As doses de fertilizantes aplicadas não exerceram efeitos significativos sobre o diâmetro do caule e o número de folhas; verifica-se, todavia, que a fonte de variação fertilizante exerceu efeitos significativos, a nível de 1% de probabilidade para o número de nós da mamoneira. Com relação aos efeitos dos períodos de observações tem-se, efeitos significativos a nível de 1% de probabilidade, sobre ambas as variáveis.

Tabela 8 Resumos das análises de variância das variáveis: diâmetro do caule (DC) e número de nós (NN), em função dos tipos de fertilizantes (F), das doses aplicadas (D) e dos dias após a emergência (T). Areia, PB, 2007

Fonte de variação	GL	Quadrados médios	
		DC	NN
Bloco	2	328,348*	5,405 ^{ns}
D	3	25,241 ^{ns}	7,452 ^{ns}
F	2	80,135 ^{ns}	74,721**
D x F	6	41,603 ^{ns}	3,555 ^{ns}
Resíduo (A)	24	73,465	3,202
CV (A)		34,36	14,66
T	7	1393,001**	210,773**
D x T	21	2,065 ^{ns}	0,428 ^{ns}
F x T	14	15,321**	3,734**
D x F x T	42	3,425*	0,624*
Resíduo (B)		2,326964	0,4060381
CV (B)		6,11	5,22
F1			
Linear (Doses)	1	0,716 ^{ns}	6,129 ^{ns}
Quadrático (Doses)	1	43,309 ^{ns}	1,520 ^{ns}
Linear (Dias)	1	2556,993**	319,798**
Quadrático (Dias)	1	460,253**	165,178**
Linear (Doses*Dias)	1	5,481 ^{ns}	0,774 ^{ns}
F2			
Linear (Doses)	1	112,540 ^{ns}	17,859*
Quadrático (Doses)	1	51,626 ^{ns}	5,026 ^{ns}
Linear (Dias)	1	1998,478**	163,255**
Quadrático (Dias)	1	247,485**	71,037**
Linear (Doses*Dias)	1	20,707 ^{ns}	9,262**
F3			
Linear (Doses)	1	26,175 ^{ns}	0,214 ^{ns}
Quadrático (Doses)	1	2,512 ^{ns}	1,019 ^{ns}
Linear (Dias)	1	3672,454**	393,516**
Quadrático (Dias)	1	782,800**	205,271**
Linear (Doses*Dias)	1	9,759 ^{ns}	0,265 ^{ns}
Fatorial vs Testemunha	1	931,18**	34,69**

ns, * e ** = Não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. F1 - torta de mamona; F2 - esterco bovino; F3 - sulfato de amônio

O diâmetro do caule é uma característica importante, haja vista que, quanto maior o seu valor mais a planta apresenta vigor, robustez e, portando, maior resistência ao tombamento e ao ataque de pragas.

Até os 140 dias após a emergência as plantas não apresentaram diferenças significativas em relação aos tipos de fertilizantes aplicados; aos 160 dias após a emergência, se constatou, na dose de 60 kg N ha⁻¹, que o fertilizante químico proporcionou maior diâmetro nas plantas de mamona superando aqueles obtidos nas plantas adubadas com esterco bovino; nas demais épocas e doses não se notou diferença estatística (Tabela 9).

Verifica-se na Figura 15, o desempenho do diâmetro do caule ao longo do experimento, em resposta aos diferentes tipos de fertilizantes aplicados. Através da derivação das equações de regressão (Tabela 10), estimaram-se os maiores valores para o diâmetro do caule em 30, 29 e 32 mm para torta de mamona, esterco bovino e adubo químico, respectivamente, todos em torno dos 156 dias após a emergência da planta; esses valores foram superiores aos verificados por Guimarães (2006), em estudo realizado com a mesma variedade adubada com NPK, esterco bovino, torta de mamona e biossólido.

Lacerda (2006) analisando a mesma variedade constatou, no entanto, efeito significativo na aplicação da matéria orgânica para o diâmetro do caule, em experimento em casa de vegetação utilizando vasos e dois níveis de matéria orgânica (5 g kg⁻¹ e 25 g kg⁻¹); já Coelho (2006), notou influência significativa apenas até os 40 dias após a emergência, no substrato sem polpa de mamona, quando comparado com os substratos com polpa.

Tabela 9 Valores médios do diâmetro do caule (DC), nas diferentes doses e tipos de fertilizantes, durante o experimento. Areia, PB, 2007

Dias após a emergência	Fertilizantes	Doses			
		30	60	90	120
40	F1	13,20 a	13,50 a	13,20 a	10,77 a
	F2	13,17 a	13,77 a	12,97 a	17,07 a
	F3	12,53 a	11,23 a	11,33 a	10,70 a
60	F1	20,26 a	20,99 a	20,78 a	19,01 a
	F2	17,84 a	18,36 a	21,03 a	23,28 a
	F3	19,54 a	20,31 a	20,71 a	18,55 a
80	F1	23,53 a	25,83 a	25,27 a	24,50 a
	F2	22,40 a	21,97 a	24,27 a	25,78 a
	F3	24,67 a	26,06 a	24,93 a	27,56 a
100	F1	26,24 a	28,04 a	26,76 a	26,70 a
	F2	24,12 a	23,85 a	26,85 a	27,37 a
	F3	26,57 a	28,86 a	28,29 a	30,50 a
120	F1	27,29 a	28,65 a	28,67 a	27,58 a
	F2	26,46 a	24,55 a	27,93 a	28,39 a
	F3	28,61 a	30,69 a	28,47 a	31,92 a
140	F1	27,89 a	29,29 ab	29,31 a	28,21 a
	F2	27,96 a	25,06 b	28,92 a	28,69 a
	F3	29,54 a	32,45 a	29,41 a	33,74 a
160	F1	29,45 a	30,81 ab	30,89 a	29,16 a
	F2	30,51 a	26,13 b	29,78 a	30,72 a
	F3	30,76 a	33,70 a	30,32 a	34,16 a
180	F1	29,94 a	31,05 a	32,29 a	30,14 a
	F2	31,02 a	26,75 a	30,04 a	30,89 a
	F3	32,32 a	32,70 a	30,80 a	33,78 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna para cada época de observação em dias não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. F1 - torta de mamona; F2 - esterco bovino; F3 - sulfato de amônio

Tabela 10 Equações de regressão ajustadas aos dados médios do diâmetro do caule, em cada tipo de fertilizantes, em função dos dias após a emergência. Areia, PB, 2007

FERTILIZANTE	MODELO	R ²
F1 - Torta de mamona	$\hat{y} = 0,9538 + 0,3754x - 0,0012x^2$	0,97
F2 - Esterco Bovino	$\hat{y} = 4,9101 + 0,2923x - 0,0009x^2$	0,98
F3 - Adubo Químico	$\hat{y} = -3,9966 + 0,4777x - 0,0016x^2$	0,98

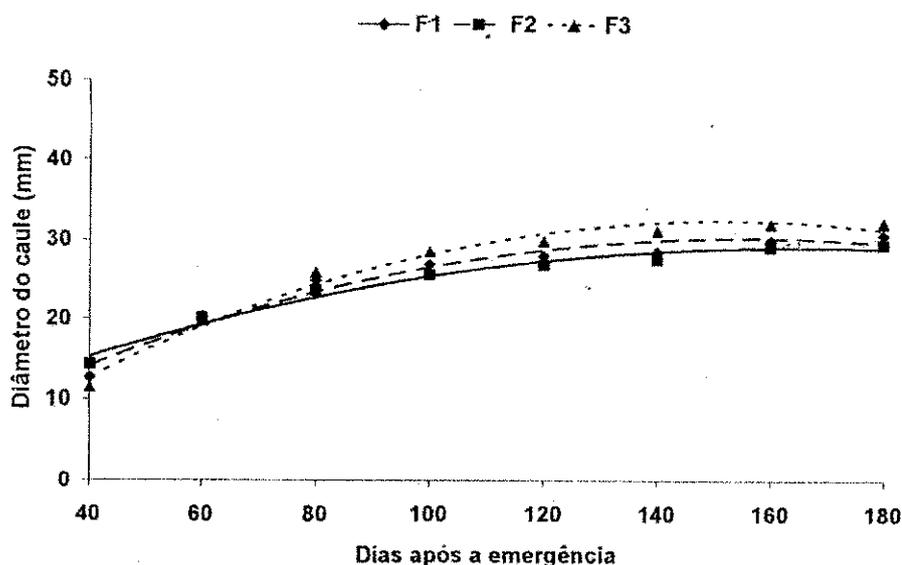


Figura 15 Valores médios dos dados diâmetro do caule (DC) ao longo do cultivo da mamoneira para os tipos de fertilizante aplicados. F1 – torta da mamona, F2 – esterco bovino e F3 – sulfato de amônio

O número de nós é uma característica diretamente relacionada à precocidade da planta uma vez que, quanto menor o seu valor mais precoce e rápida será a maturação dos frutos (TÁVORA, 1982).

Pode-se verificar, na Tabela 11, os valores médios da variável número de nós, em função dos diferentes tipos de fertilizantes e das doses, ao longo dos 180 dias após a emergência das plantas. Observa-se, de início, um número maior de nós nas plantas adubadas com esterco bovino, na dose de 120 kg N ha^{-1} , a partir dos 100 dias após a emergência; até o término do experimento, os melhores resultados foram obtidos para as plantas adubadas com adubação química, na dose de 120 kg N ha^{-1} , observando-se o menor número de nós, caracterizando uma precocidade maior dessas plantas.

Observa-se, na Figura 16, a evolução para a variável número de nós adubada com torta de mamona e adubo químico, ao longo das oito épocas de observação. Estimaram-se os valores máximos de 14 e 15, verificados por volta dos 139 dias após a emergência, para torta da mamona e adubo químico, a partir da primeira derivada, com base nas equações de regressão mostradas na Tabela 12.

Tabela 11 Valores médios do número de nós (NN), nas diferentes doses e tipos de fertilizantes, durante o experimento. Areia, PB, 2007

DIAS	Fertilizantes	Doses			
		30	60	90	120
40	F1	6,92 a	6,33 a	6,00 a	4,58 b
	F2	6,75 a	6,67 a	6,75 a	7,68 a
	F3	6,35 a	6,50 a	6,25 a	6,17 ab
60	F1	11,00 a	11,92 a	11,42 a	9,92 a
	F2	10,75 a	10,83 a	11,08 a	10,58 a
	F3	11,83 a	11,75 a	12,00 a	11,50 a
80	F1	12,42 b	12,58 ab	13,17 a	12,50 ab
	F2	13,00 ab	11,33 b	11,17 b	11,17 b
	F3	14,33 a	14,25 a	13,67 a	13,92 a
100	F1	13,17 a	12,92 ab	12,92 ab	12,92 a
	F2	12,83 a	11,33 b	12,17 b	11,17 b
	F3	14,42 a	14,25 a	13,92 a	14,42 a
120	F1	13,08 a	12,75 ab	13,50 a	13,17 a
	F2	13,17 a	11,25 b	12,25 a	11,25 b
	F3	14,33 a	14,25 a	13,58 a	14,67 a
140	F1	14,00 a	13,25 a	13,58 a	12,92 ab
	F2	13,50 a	11,50 b	12,25 a	11,50 b
	F3	14,50 a	14,58 a	13,83 a	14,58 a
160	F1	13,83 a	13,25 ab	13,50 ab	12,92 b
	F2	13,67 a	11,86 b	12,08 b	11,58 b
	F3	14,67 a	14,58 a	14,33 a	14,81 a
180	F1	14,00 a	13,25 ab	13,92 ab	12,89 b
	F2	14,11 a	12,08 b	12,28 b	11,50 b
	F3	14,83 a	14,67 a	14,58 a	14,97 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna para cada época de observação em dias não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. F1 - torta de mamona; F2 - esterco bovino; F3 - sulfato de amônio

Tabela 12 Equações de regressão ajustadas aos dados médios do número de nós, em cada tipo de fertilizantes, em função dos dias após a emergência. Areia, PB, 2007

FERTILIZANTE	MODELO	R ²
F1 - Torta de mamona	$\hat{y} = 0,4777 + 0,1973x - 0,0007x^2$	0,87
F3 - Adubo Químico	$\hat{y} = 0,2033 + 0,2197x - 0,0008x^2$	0,86

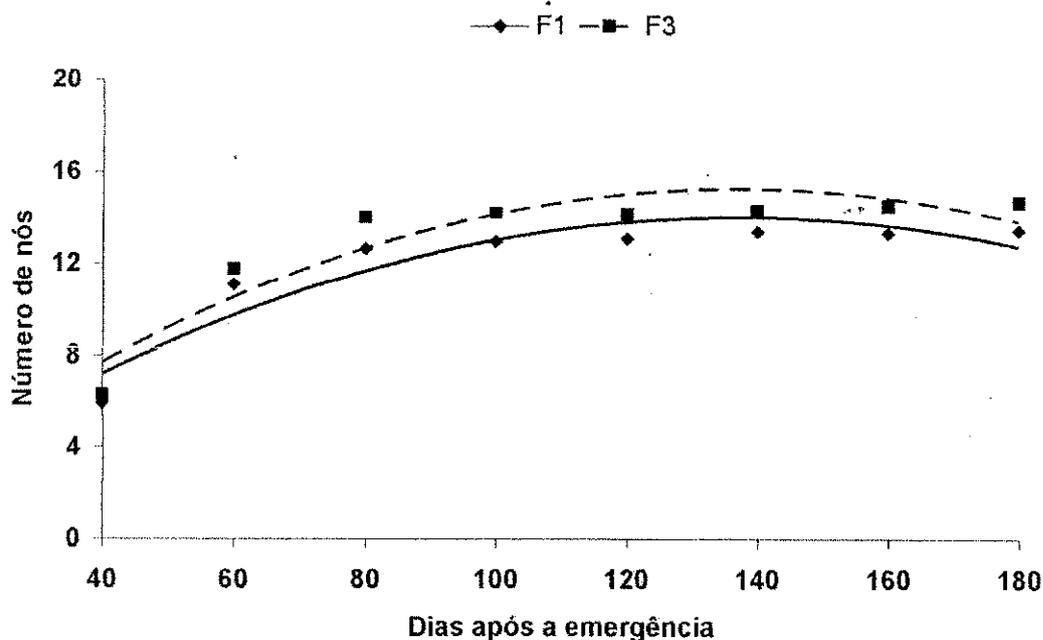


Figura 16 Valores médios dos dados número de nós (NN) ao longo do cultivo da mamoneira com indicação dos ajustes de regressão para os tipos de fertilizantes aplicados. F1 – Torta da mamona e F3 – Adubo Químico

Obteve-se a Figura 17 a partir da interação doses x épocas de observação, em que, para todas as doses aplicadas, ocorreu uma evolução do número de nós ao longo das épocas de observação; entretanto, verificou-se que, quanto maior a dose menor o número de nós; este efeito é altamente desejável pois mostra a sensibilidade da planta à adubação, em relação à precocidade.

$$NN = 2,75841 + 0,00936984DOSE + 0,146857DIAS - 0,000469289DIAS^2 - 0,000202083DOSE \times DIAS$$

$$R^2 = 0,80$$

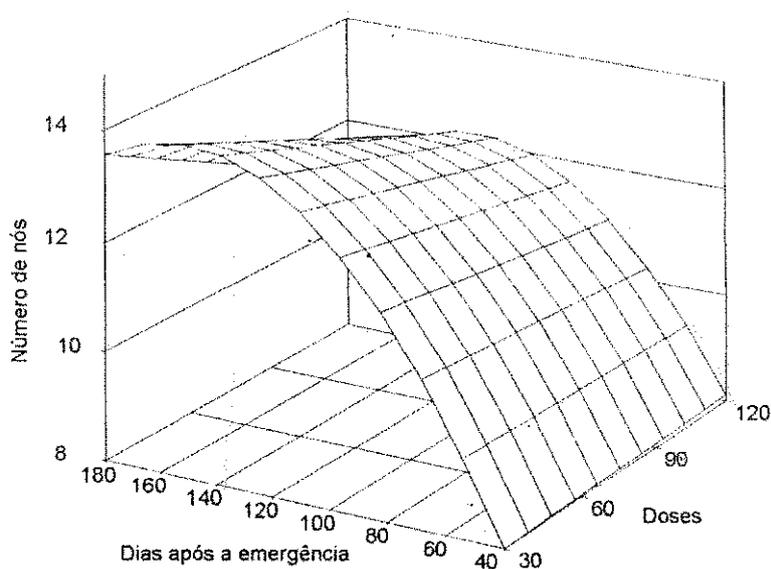


Figura 17 Aumento do número de nós em função dos dias após a emergência e das doses de esterco bovino aplicado. Arcia, PB, 2007

Constatou-se, de acordo com os dados da Figura 18, que para o diâmetro do caule mais uma vez o fatorial superou a testemunha (A); já para o número de nós o fatorial foi superado pela testemunha (B), fato este foi altamente favorável, pois se pode constatar que a adubação apresentou melhoria na precocidade e maturação dos frutos das plantas.

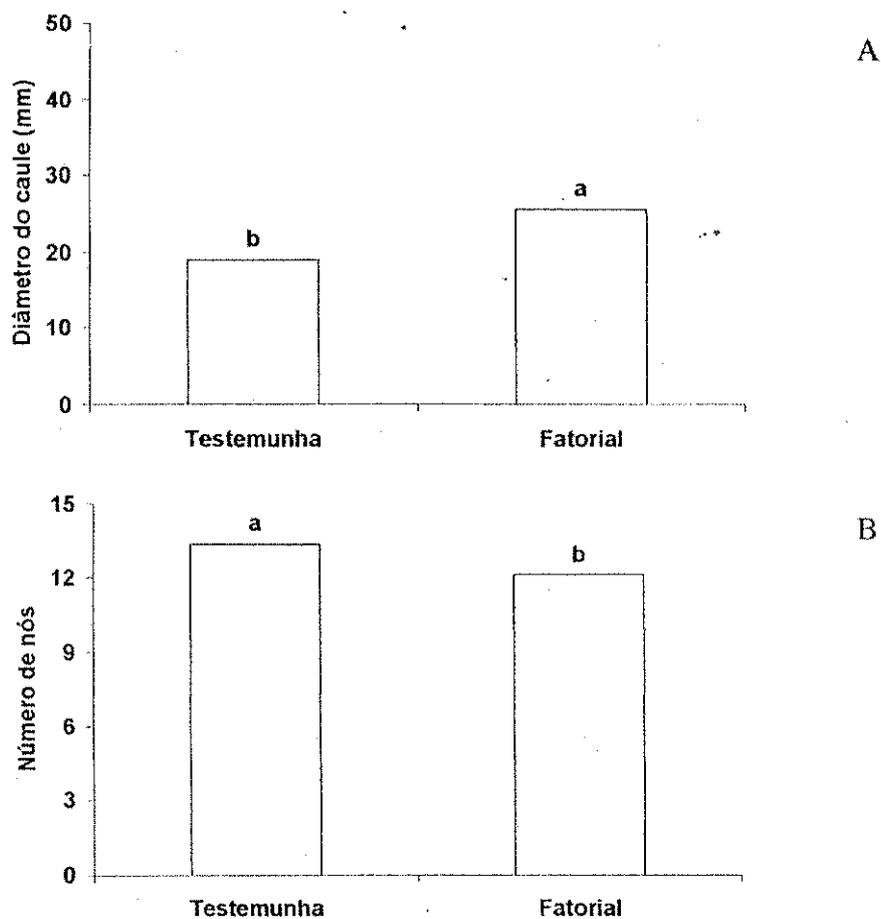


Figura 18 Valores médios do diâmetro do caule (A) e do número de nós (B) na testemunha e no fatorial. Médias seguidas das mesmas letras são iguais entre si pelo teste F a 5%. Arcia, PB, 2007

4.2 Variáveis relacionadas à produção da mamoneira

A decisão para escalonar os dados de produção foi baseada na prática comum, levada a cabo pela maioria dos pequenos agricultores que comercializam o produto com o fim de garantir receita para a família ao longo de todo o seu ciclo produtivo.

4.2.1 Primeiro racemo

Os resumos de análise de variância apresentados na Tabela 13 indicam que as características: comprimento do racemo (CR), quantidade de frutos por racemo (QFR), peso do racemo (PR), quantidade de sementes por racemo (QSR), da mamoneira sofreram efeito isolado do fator fertilizante e das doses aplicadas, e da interação entre esses fatores.

Verificam-se, à semelhança do que ocorreu com as variáveis já discutidas, efeitos significativos da fonte de variação bloco sobre as variáveis estudadas, com exceção do peso de 100 sementes e do teor de óleo; tais efeitos foram significativos a nível de 5% de probabilidade pelo teste F, com exceção do comprimento do racemo, cuja significância se deu a nível de 1% de probabilidade, pelo mesmo teste.

Os desdobramentos da interação entre os fatores estudados serviram para a escolha dos modelos de regressão, os quais são mostrados na Tabela 13.

O maior racemo, da primeira observação, foi constatado na adubação com torta de mamona, na dose de 90 kg N ha⁻¹, com valor médio de 19,57 cm (Tabela 14), já a dose 120 kg N ha⁻¹ do mesmo fertilizante, torta de mamona proporcionou os melhores valores para as variáveis quantidade de frutos por racemo (32,93), peso do racemo (111,90g) e quantidade de sementes por racemo (98,83), enquanto os menores valores para o comprimento do racemo (11,30 cm), quantidade de frutos por racemo (15,53), peso do racemo (53,57g) e quantidade de sementes por racemo (46,47), foram obtidos na adubação com esterco bovino, na dose de 60 kg N ha⁻¹ (Tabela 14).

O maior valor encontrado para a quantidade de frutos por racemo de 32,93, considerando-se a primeira ordem, é semelhante aos informados pela Embrapa Algodão (2004) que relata valores de 32 frutos por racemo para a cultivar estudada, tendo-se registrado valores de até 64 frutos, como verificado por Drumond et al. (2006) que consideraram apenas o racemo principal; essas variações se devem às condições edofoclimáticas; do manejo cultural aplicado e ao número de ordens do racemo

reconhecido em cada estudo, para o cálculo da característica em questão, conforme salientam Oplinger et al. (1997).

Tabela 13 Resumos das análises de variância das variáveis: comprimento do racemo (CR), quantidade de frutos por racemo (QFR), peso do racemo (PR), quantidade de sementes por racemo (QSR), peso de 100 sementes (P100S) e teor de óleo (TO), em função dos tipos de fertilizantes (F), das doses aplicadas (D), para o 1^o Racemo. Areia, PB, 2007

FV	GL	Quadrados Médios					
		CR	QFR	PR	QSR	P100S	TO
Bloco	2	19,01**	49,35*	836,48*	507,99*	6,64 ^{ns}	0,58 ^{ns}
Tratamento	(12)	23,28**	79,68*	913,74*	705,51*	12,90 ^{ns}	0,04 ^{ns}
Fertilizante (F)	2	53,53**	69,23*	878,21*	544,50*	2,53 ^{ns}	0,04 ^{ns}
Doses (D)	3	7,48*	103,38**	978,69*	854,38**	2,62 ^{ns}	0,09 ^{ns}
Fertilizante x Doses	6	12,60**	47,61*	595,64*	486,86**	19,56 ^{ns}	0,03 ^{ns}
Fatorial vs Testemunha	1	74,24**	221,96**	2698,61**	1892,86**	24,46 ^{ns}	0,09 ^{ns}
D/F1	1						
Efeito Linear	1	25,09**	430,94**	4759,90**	4140,19**	6,67 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Efeito Quadrático	1	24,08**	13,23 ^{ns}	20,77 ^{ns}	111,63 ^{ns}	12,00 ^{ns}	0,03 ^{ns}
D/F2	1						
Efeito Linear	1	0,06 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,58 ^{ns}	0,02 ^{ns}	9,60 ^{ns}	0,08 ^{ns}
Efeito Quadrático	1	23,80**	88,02*	1039,74*	800,33*	3,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}
D/F3	1						
Efeito Linear	1	9,05 ^{ns}	3,36 ^{ns}	2,69 ^{ns}	1,23 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Efeito Quadrático	1	1,84 ^{ns}	55,47 ^{ns}	475,02 ^{ns}	392,16 ^{ns}	52,08 ^{ns}	0,09 ^{ns}
Resíduo	26	2,19	14,79	183,93	121,12	27,14	0,05
C.V.(%)		9,34	18,52	18,42	17,85	7,07	0,41

^{ns}, * e ** = não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. F1 - torta de mamona; F2 - esterco bovino; F3 - sulfato de amônio

Tabela 14 Valores médios do comprimento do racemo (CR), quantidade de frutos por racemo (QFR) e peso do racemo (PR), para o 1^o racemo, nas diferentes doses de fertilizantes (F). Areia, PB, 2007

F	CR (cm)				QFR				PR (g)				QSR			
	Doses (kg N ha ⁻¹)				Doses (kg N ha ⁻¹)				Doses (kg N ha ⁻¹)				Doses (kg N ha ⁻¹)			
	30	60	90	120	30	60	90	120	30	60	90	120	30	60	90	120
F1	13,33a	15,83a	19,57a	16,40ab	16,67 ^a	20,30a	25,10a	32,93a	57,60b	74,50a	89,74a	111,90a	47,87b	60,93a	73,57a	98,83a
F2	14,67ab	11,30b	11,97c	14,23b	21,93 ^a	15,53a	16,97b	21,40b	76,90ab	53,57a	61,13b	75,03b	65,80ab	46,47a	50,87b	64,20b
F3	16,00a	16,93a	16,30b	18,80a	23,20 ^a	18,93a	20,07ab	24,40b	84,97a	67,40a	75,93ab	83,53b	69,60a	56,80a	59,57ab	69,63b

Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. F1 - torta de mamona; F2 - esterco bovino; F3 - sulfato de amônio

Tem-se, na Tabela 15, as equações de regressão ajustadas aos dados médios do comprimento do racemo (cm), quantidade de frutos por racemo, peso do racemo (g) e quantidade de sementes por racemo, em função dos tipos de fertilizantes e das doses de nitrogênio com respectivos coeficientes de determinação.

As Figuras 19A até a 19D, apresentam o comportamento dos valores médios das variáveis comprimento do racemo, a quantidade de frutos por racemo, o peso do racemo e as quantidades de sementes por racemo da mamoneira em resposta às quatro doses das diversas fontes de nitrogênio aplicadas.

Observando a Figura 19A, constata-se que o comprimento do racemo, em função das diferentes doses, apresentou comportamento diferente para cada fertilizante avaliado. A torta da mamona indicou o modelo quadrático com curva com concavidade voltada para baixo, indicando crescimento da variável com o aumento da dose aplicada até um valor máximo de 18 cm, que ocorreu para a dose de $87,3 \text{ kg N ha}^{-1}$, a partir do qual se inicia o declínio desta característica, mesmo com o aumento da oferta de nitrogênio, notou-se, entretanto, que para o esterco bovino, embora o comportamento tenha sido quadrático, ocorreu com a concavidade da curva voltada para cima, mostrando declínio do comprimento do racemo com o aumento da dose de fertilizante até o valor de 11 cm, correspondente a dose de 74 kg N ha^{-1} ; a partir deste ponto se passa a obter uma resposta positiva desta característica para a elevação das doses de nitrogênio; em relação ao adubo químico, esta característica não mostrou sensibilidade à variação das doses do referido fertilizante.

A Figura 19B evidencia o comportamento da variável quantidade de frutos por racemo em função das doses de fertilizante aplicada; para o fertilizante torta de mamona, F1, verifica-se que o crescimento desta variável ocorreu de forma linear com o aumento das doses do adubo, com a maior quantidade de frutos de 32, correspondente à dosagem de 120 kg N ha^{-1} , enquanto o fertilizante químico não exerceu influência para esta variável; tal comportamento já havia sido observado para o comprimento do racemo (Figura 19A). O esterco bovino também apresentou o mesmo comportamento já relatado para o comprimento do racemo, sendo a menor quantidade de frutos igual a 16, verificada para a dosagem de 75 kg N ha^{-1} .

As variáveis peso do racemo e quantidade de sementes por racemo, mostradas nas Figura 19C e 19D, foram influenciadas diretamente pela quantidade de frutos por racemo, apresentando o mesmo comportamento desta variável.

Coelho (2006) observou influência significativa do substrato na variável comprimento do racemo, aos 100 e 120 dias após a emergência, em que os valores desta variável no substrato sem polpa de mamona, nessas épocas, foram 348,6 e 53,6% respectivamente, maiores que no substrato com polpa; segundo o autor, isto se deve, sem dúvida, ao efeito negativo da adição de polpa mamona no desenvolvimento inicial da cultura que promoveu atraso no florescimento dessas parcelas.

Conforme a Figura 20 (A, B, C e D), a superioridade do fatorial em relação à testemunha para todas as variáveis analisadas, é notória comprovando, assim, que, se não houver nutrientes em quantidades suficientes, a produtividade da mamoneira será prejudicada. (FERREIRA; SEVERINO, 2006).

Tabela 15 Equações de regressão ajustadas aos dados médios do comprimento do racemo (cm), da quantidade de frutos por racemo, do peso racemo e da quantidade de sementes por racemo, para cada tipo de fertilizantes, em função dos dias após a emergência. Areia, PB, 2007

Variável	FERTILIZANTE	MODELO	R ²
CR	F1 - Torta de mamona	$\hat{y} = 5,9667 + 0,2792x - 0,0016x^2$	0,83
	F2 - Esterco Bovino	$\hat{y} = 20,242 - 0,2368x + 0,0016x^2$	0,96
	F3 - Adubo Químico	$\hat{y} = 16,28$	-
QFR	F1 - Torta de mamona	$\hat{y} = 10,35 + 0,1787x$	0,97
	F2 - Esterco Bovino	$\hat{y} = 32,542 - 0,4519x + 0,003x^2$	0,96
	F3 - Adubo Químico	$\hat{y} = 21,65$	-
PR	F1 - Torta de mamona	$\hat{y} = 38,9 + 0,5938x$	0,99
	F2 - Esterco Bovino	$\hat{y} = 112,71 - 1,5448x + 0,0103x^2$	0,92
	F3 - Adubo Químico	$\hat{y} = 77,96$	-
QSR	F1 - Torta de mamona	$\hat{y} = 5,9667 + 0,2792x - 0,0016x^2$	0,83
	F2 - Esterco Bovino	$\hat{y} = 20,242 - 0,2368x + 0,0016x^2$	0,96
	F3 - Adubo Químico	$\hat{y} = 16,28$	-

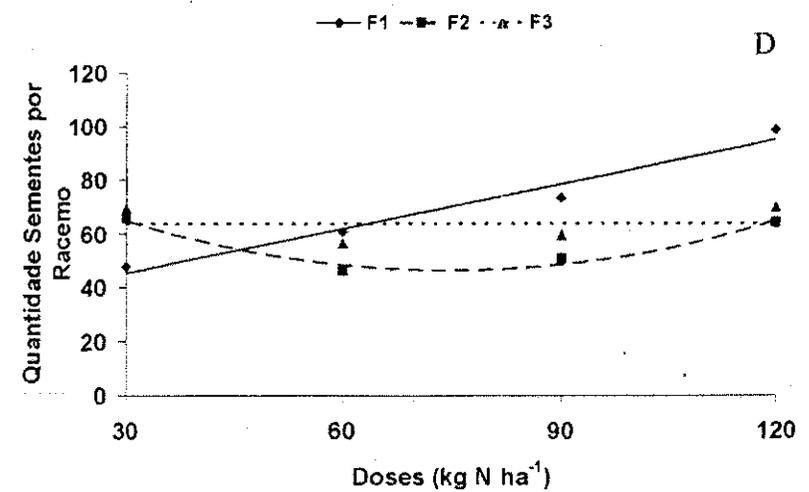
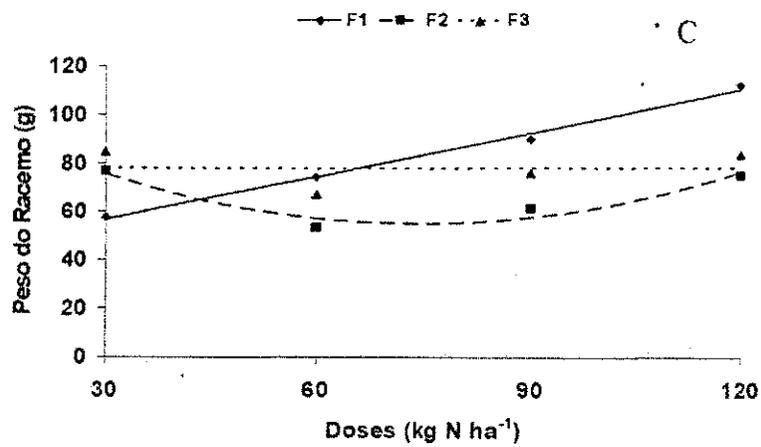
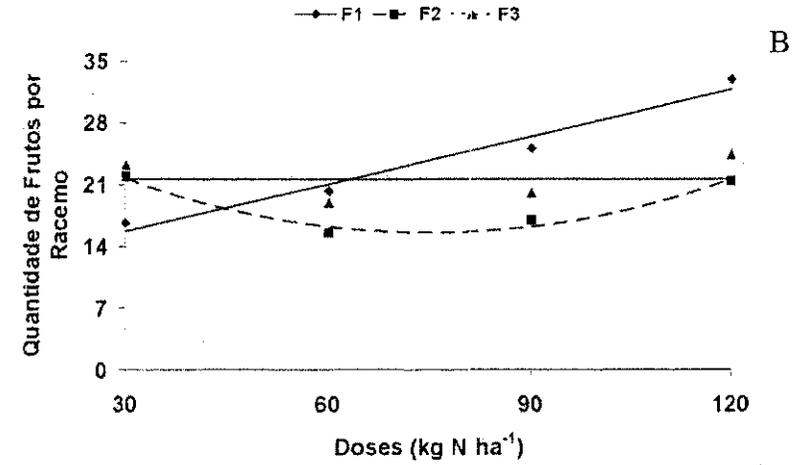
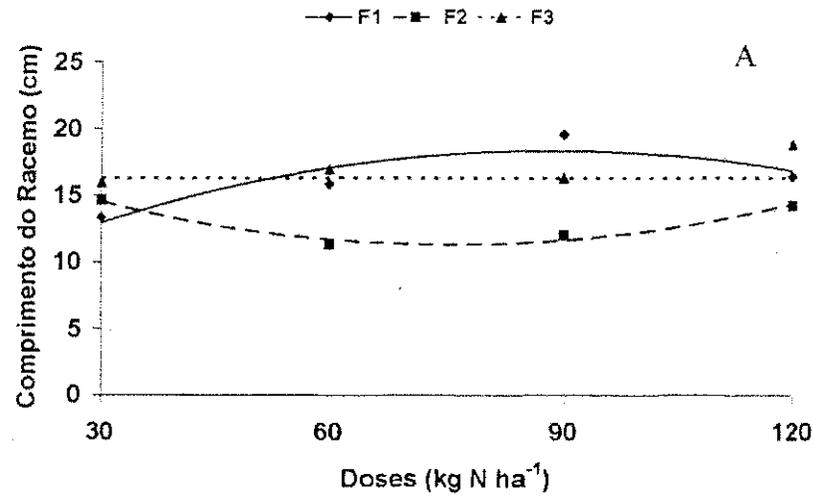


Figura 19 Comprimento do racemo (A), quantidade de frutos por racemo (B), peso do racemo (C) e quantidade de sementes por racemo (D), para o 1^o racemo, em função das doses dos fertilizantes aplicadas. F1 - torta de mamona; F2 - esterco bovino; F3 - sulfato de amônio

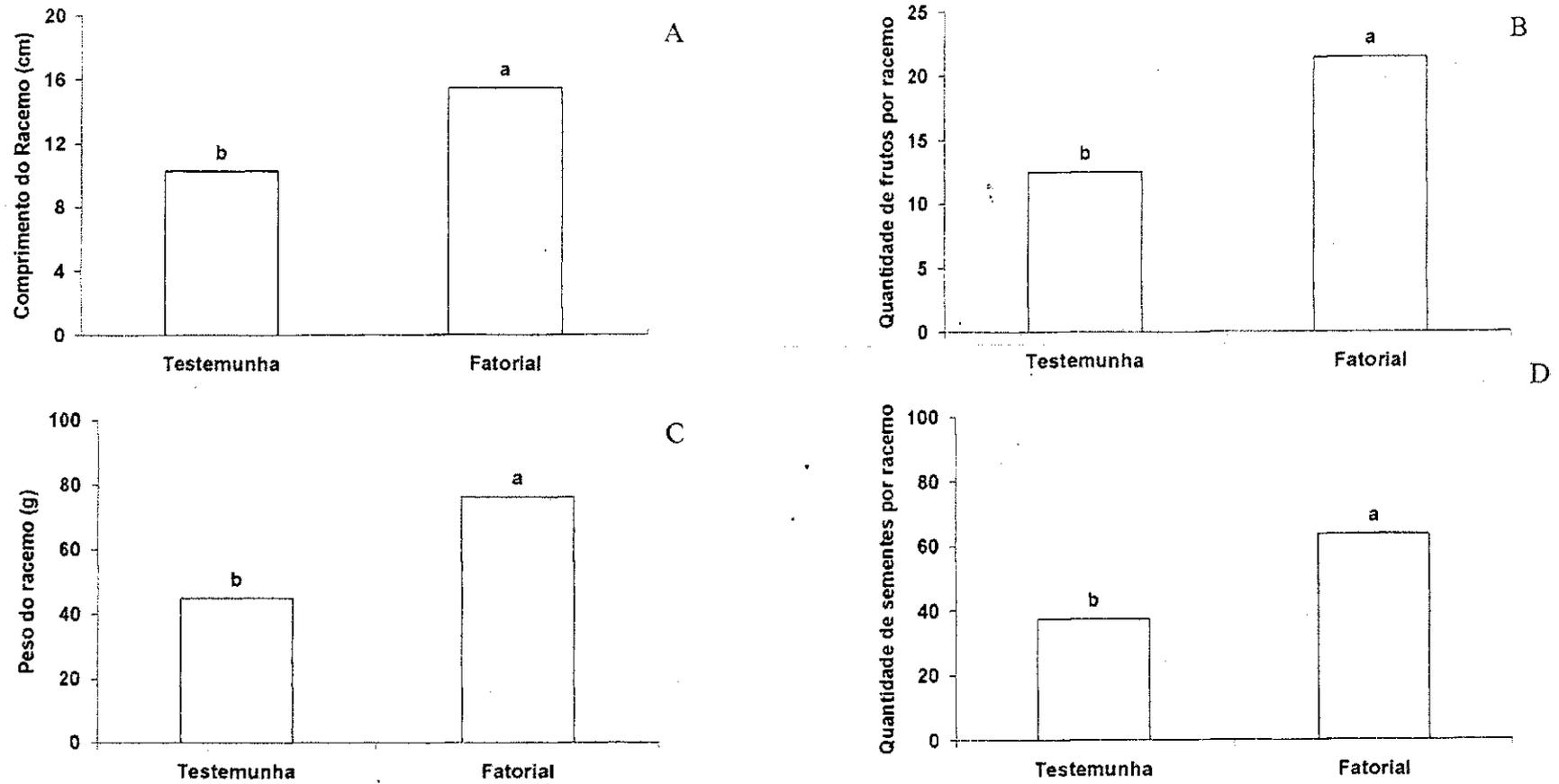


Figura 20 Valores médios do comprimento do racemo (A), da quantidade de frutos por racemo (B), do peso do racemo (C) e da quantidade de sementes por racemo (D) na testemunha e no fatorial. Médias seguidas das mesmas letras são iguais entre si pelo teste F a 5%. Areia, PB, 2007

4.2.2 Segundo racemo

Observa-se, na Tabela 16, os resumos das análises de variância para os fatores: bloco, tratamento, fertilizante e doses, para a interação fertilizante x doses, para o fatorial versus testemunha e para o coeficiente de variação das variáveis comprimento do racemo, quantidade de frutos por racemo, peso do racemo, quantidade de sementes por racemo, peso de 100 sementes e teor de óleo. De acordo com esta tabela, ocorreu efeito significativo do bloco para as variáveis comprimento do racemo e teor de óleo; já em relação ao fator tratamento, apresentaram diferença para as características quantidade de frutos por racemo, peso do racemo, quantidade de sementes e teor de óleo, a nível de 5% de probabilidade pelo teste F. O fator fertilizante foi significativo para o teor de óleo, a nível de 1% de probabilidade; já as doses aplicadas não apresentaram efeito estatístico para as variáveis estudadas.

A interação tipo do fertilizante x doses foi significativa para quantidade de frutos por racemo, quantidade de sementes e teor de óleo; para o fatorial versus testemunha, apenas peso de 100 sementes e o teor de óleo não apresentaram diferença estatística.

Concernente a valores médios das diferentes doses de fertilizante, os melhores resultados foram observados para as variáveis: quantidade de frutos por racemo e quantidade de sementes por racemo, quando submetidas a adubação com esterco bovino na dose de 60 kg N ha⁻¹ (Tabela 17).

A obtenção de genótipos de mamoneira com porcentagem de teor de óleo na semente superior à apresentada pelas cultivares atualmente em distribuição, é um objetivo comum a todas as regiões produtoras de mamona no País (FREIRE, et al. 2007).

Conforme se observa nesta tabela, o maior teor de óleo foi obtido na adubação com esterco bovino na dose 90 kg N ha⁻¹ (55,57%); o teor médio de óleo das sementes, independente dos tratamentos na 2ª ordem, foi bem superior ao apresentado por Mila et al., 2006; Freire et al., 2007, de 47,7% para a mesma cultivar; isto ocorreu devido, provavelmente, às condições ambientais favoráveis no período; especialmente no que se refere à temperatura, que esteve em torno de 24 ° C, uma vez que este fator é determinante no teor de óleo da semente, segundo Freire (2001).

Tabela 16 Resumos da análise de variância das variáveis: comprimento do racemo (CR), quantidade de frutos por racemo (QFR), peso do racemo (PR), quantidade de sementes por racemo (QSR), peso de 100 sementes (P100S) e teor de óleo (TO), em função de diferentes tipos de fertilizantes, aplicados em quatro doses de nitrogênio, para o 2^o Racemo. Areia, PB, 2007

FV	GL	Quadrados Médios					
		CR	QFR	PR	QSR	P100S	TO
Bloco	2	36,48**	7,67 ^{ns}	43,10 ^{ns}	67,20 ^{ns}	35,18 ^{ns}	0,64**
Tratamento	12	2,64 ^{ns}	14,45*	107,87*	127,06*	18,91 ^{ns}	0,13*
Fertilizante (F)	2	0,25 ^{ns}	6,51 ^{ns}	29,75 ^{ns}	57,66 ^{ns}	63,53 ^{ns}	0,37**
Doses (D)	3	0,64 ^{ns}	6,09 ^{ns}	95,08 ^{ns}	51,75 ^{ns}	6,32 ^{ns}	0,04 ^{ns}
Fertilizante x Doses	6	1,44 ^{ns}	20,00**	125,47 ^{ns}	176,16**	13,49 ^{ns}	0,12**
Fatorial vs Testemunha	1	20,56**	22,14*	196,95*	197,21*	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}
D/F1	1						
Efeito Linear	1	3,90 ^{ns}	4,76 ^{ns}	73,70 ^{ns}	40,67 ^{ns}	5,40 ^{ns}	0,03 ^{ns}
Efeito Quadrático	1	0,19 ^{ns}	13,87 ^{ns}	108,60 ^{ns}	132,00**	1,33 ^{ns}	0,28**
D/F2	1						
Efeito Linear	1	2,56 ^{ns}	20,53*	203,50 ^{ns}	178,54*	20,42 ^{ns}	0,07 ^{ns}
Efeito Quadrático	1	0,21 ^{ns}	38,52**	112,24 ^{ns}	327,61**	10,08 ^{ns}	0,07 ^{ns}
D/F3	1						
Efeito Linear	1	2,48 ^{ns}	0,17 ^{ns}	33,15 ^{ns}	1,50 ^{ns}	60,00 ^{ns}	0,06 ^{ns}
Efeito Quadrático	1	0,75 ^{ns}	0,75 ^{ns}	4,56 ^{ns}	6,90 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,17*
Resíduo	26	2,28	4,62	62,45	41,57	29,15	0,02
C.V.(%)		10,60	10,87	12,02	10,87	7,72	0,27

^{ns}, * e ** = não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. F1 - torta de mamona; F2 - esterco bovino; F3 - sulfato de amônio

Tabela 17 Valores médios da quantidade de frutos por racemo (QFR), quantidade de sementes por racemo (QSR) e teor de óleo (TO), para o 2^o racemo, nas diferentes doses de fertilizantes (F). Areia, PB, 2007

F	QFR				QSR				TO (%)			
	Doses (kg N ha ⁻¹)				Doses (kg N ha ⁻¹)				Doses (kg N ha ⁻¹)			
	30	60	90	120	30	60	90	120	30	60	90	120
F1	21,77a	16,97b	19,53a	19,03a	65,37a	50,83b	58,57a	57,30a	55,09 a	55,46 a	55,26 b	55,01 b
F2	19,00a	24,77a	18,57a	17,17a	57,03a	73,93a	55,63a	51,63a	55,25 a	55,41 ab	55,57 a	55,42 a
F3	20,73a	20,90ab	20,17a	21,33a	62,20a	62,70ab	60,47a	64,00a	55,23 a	55,13 b	54,77 c	55,14 ab

Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. F1 - torta de mamona; F2 - esterco bovino; F3 - sulfato de amônio

Os resultados da análise de regressão para o fator doses, referentes à quantidade de frutos por racemo (QFR), quantidade de sementes por racemo (QSR) e teor de óleo (TO), se acham na Figura 21. Verificou-se que o componente QFR e QSR do 2^o racemo da cultivar de mamona BRS Paraguaçu, não indicou diferença significativa quando do aumento das doses nos três tipos de fertilizante; para a variável TO, apenas a torta da mamona mostrou tendência quadrática entre as diferentes doses.

Verificam-se, na Tabela 18, as equações de regressão ajustadas aos dados médios da quantidade de frutos por racemo, quantidade de sementes por racemo e teor de óleo (%), em função dos tipos de fertilizantes e das doses de nitrogênio com respectivos coeficientes de determinação.

Mais uma vez se constata, para o segundo racemo, a importância da adubação para a cultura da mamona, por meio da avaliação do contraste fatorial versus a testemunha; observa-se, na Figura 22, diferença significativa para todos os componentes da produção, com exceção do peso de 100 sementes e do teor de óleo.

Tabela 4.18 Equações de regressão ajustadas aos dados médios da quantidade de frutos por racemo, da quantidade de sementes por racemo e do teor de óleo para cada tipo de fertilizantes, em função dos dias após a emergência. Arcoia, PB, 2007

Variável	FERTILIZANTE	MODELO	R ²
QFR	F1 - Torta de mamona	$\hat{Y} = 19,33$	-
	F2 - Esterco Bovino	$\hat{Y} = 19,88$	-
	F3 - Adubo Químico	$\hat{Y} = 21,65$	-
QSR	F1 - Torta de mamona	$\hat{Y} = 58,02$	-
	F2 - Esterco Bovino	$\hat{Y} = 59,56$	-
	F3 - Adubo Químico	$\hat{Y} = 62,34$	-
TO	F1 - Torta de mamona	$\hat{Y} = 54,549 + 0,0242x - 0,0002x^2$	0,88
	F2 - Esterco Bovino	$\hat{Y} = 55,42$	-
	F3 - Adubo Químico	$\hat{Y} = 55,07$	-

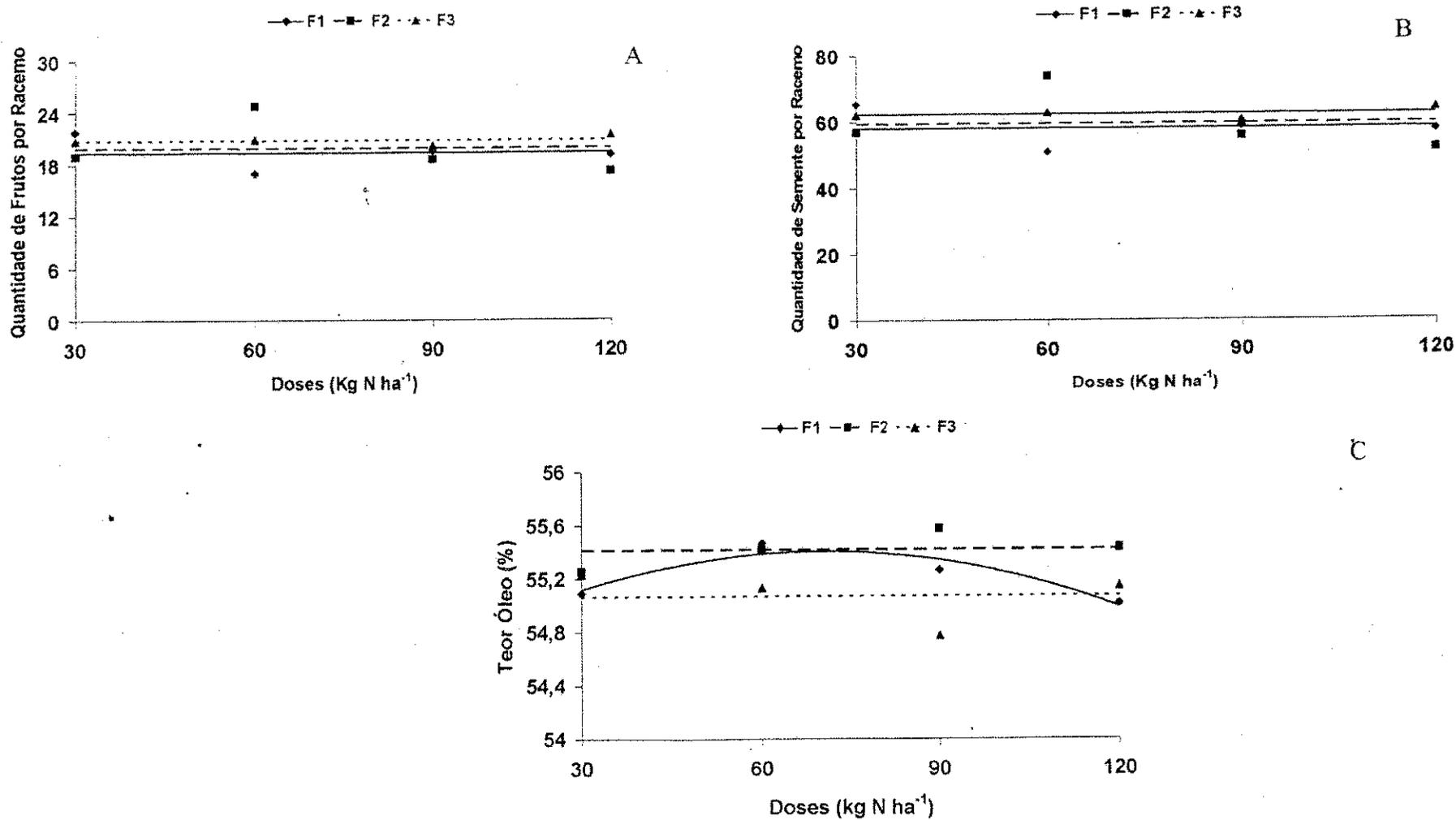


Figura 21 Quantidade de frutos por racemo (A), quantidade de sementes por racemo (B) e teor de óleo (C), para o 2^o racemo, em função das doses dos fertilizantes aplicadas. F1 - torta de mamona; F2 - esterco bovino; F3 - sulfato de amônio

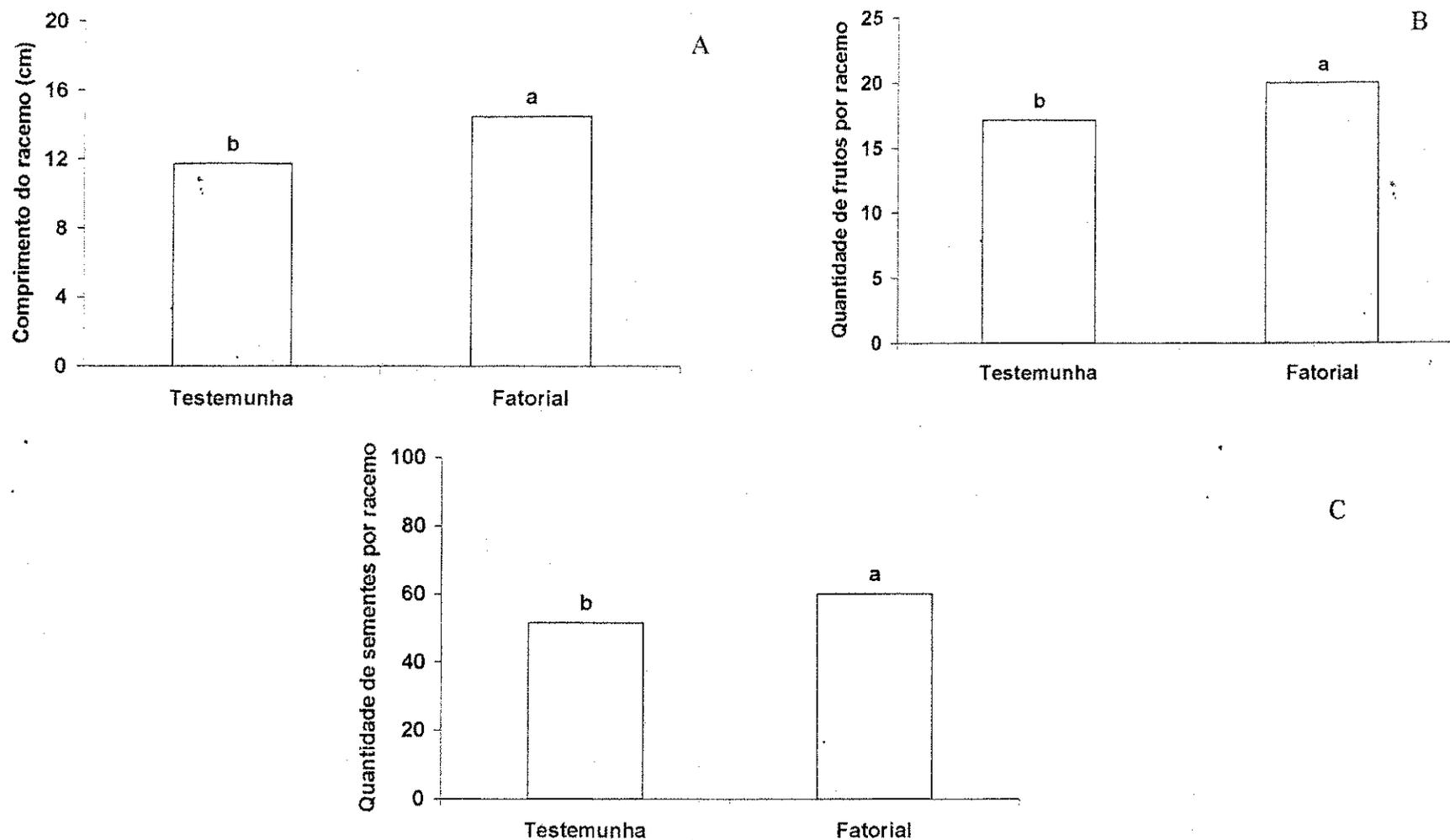


Figura 22 Valores médios do comprimento do racemo (A), quantidade de frutos por racemo (B) e quantidade de sementes por racemo (C) na testemunha e no fatorial. Médias seguidas das mesmas letras são iguais entre si pelo teste F a 5%. Areia, PB, 2007

4.2.3 Terceiro racemo

Na Tabela 19 se encontra os resumos das análises de variância referente ao comprimento do racemo, quantidade de frutos por racemo, peso do racemo, quantidade de sementes por racemo, peso de 100 semente e teor de óleo, respectivamente; observando-se esta Tabela, nota-se que o fator bloco influenciou a variável comprimento do racemo e teor de óleo, como já observado para a produção dos racemos anteriores, enquanto o fator tratamento apresentou efeito significativo para todas as características, exceto para o peso de 100 sementes e teor de óleo. Constata-se ainda, nesta tabela, que as variáveis quantidade de frutos por racemo, peso do racemo e quantidade de sementes por racemo, foram influenciadas tanto pelos tipos de fertilizantes quanto pelas doses.

Em relação à interação fertilizante x doses e o fatorial versus testemunha, estes seguiram a mesma tendência do fator tratamento, isto é, apenas o peso de 100 sementes e o teor de óleo não foram significativos.

De acordo com a Tabela 20, na qual se apresentam os valores do comprimento do racemo, quantidade de frutos por racemo, peso do racemo e quantidade de sementes por racemo, verifica-se que, embora o maior comprimento racemo tenha sido obtido com a aplicação da torta de mamona na dose 30 kg N ha^{-1} , a maior quantidade de frutos por racemo e quantidade de sementes foram verificadas com o uso do adubo químico na dose de 120 kg N ha^{-1} , observando-se que não houve influência do comprimento do racemo em sua capacidade produtiva.

Tabela 19 Resumos das análises de variância das variáveis: comprimento do racemo (CR), quantidade de frutos por racemo (QFR), peso do racemo (PR), quantidade de sementes por racemo (QSR), peso de 100 sementes (P100S) e teor de óleo (TO), em função de diferentes tipos de fertilizantes aplicados em quatro doses de nitrogênio, para o 3^o Racemo, Areia, PB, 2007

FV	GL	Quadrados Médios					
		CR	QFR	PR	QSR	P100S	TO
Bloco	2	9,367**	3,178 ^{ns}	43,059 ^{ns}	32,593 ^{ns}	2,795 ^{ns}	0,402**
Tratamento	(12)	5,21*	15,77**	175,60**	148,54**	16,92 ^{ns}	0,07 ^{ns}
Fertilizante (F)	2	0,54 ^{ns}	17,95**	144,84*	177,17**	11,44 ^{ns}	0,06 ^{ns}
Doses (D)	3	0,82 ^{ns}	10,91*	127,68*	108,41*	26,39 ^{ns}	0,17 ^{ns}
Fertilizante x Doses	6	5,52**	17,29**	203,90**	158,28**	16,70 ^{ns}	0,04 ^{ns}
Fatorial vs Testemunha	1	25,85**	16,81**	211,07**	153,24*	0,77 ^{ns}	0,00 ^{ns}
D/F1	1						
Efeito Linear	1	6,33*	7,99 ^{ns}	112,61 ^{ns}	70,42 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,02 ^{ns}
Efeito Quadrático	1	2,00 ^{ns}	57,64**	473,76**	517,45**	70,08 ^{ns}	0,54*
D/F2	1						
Efeito Linear	1	0,00 ^{ns}	2,12 ^{ns}	13,63 ^{ns}	22,44 ^{ns}	18,15 ^{ns}	0,05 ^{ns}
Efeito Quadrático	1	2,25 ^{ns}	2,00 ^{ns}	105,61 ^{ns}	25,52 ^{ns}	2,08 ^{ns}	0,05 ^{ns}
D/F3	1						
Efeito Linear	1	14,90**	65,52**	811,81**	626,62**	26,45 ^{ns}	0,001 ^{ns}
Efeito Quadrático	1	7,52*	0,02 ^{ns}	1,84 ^{ns}	1,14 ^{ns}	34,00 ^{ns}	0,07 ^{ns}
Resíduo	26	1,43	2,78	33,21	24,80	32,96	0,07
C.V.(%)		8,65	8,91	9,37	8,87	8,30	0,50

^{ns}, * e ** = não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. F1 - torta de mamona; F2 - esterco bovino; F3 - sulfato de amônio

Tabela 20 Valores médios do comprimento do racemo (CR), quantidades de frutos por racemo (QFR), peso do racemo (PR) e quantidade de sementes por racemo (QSR), o 3^o racemo, nas diferentes doses de fertilizantes (F). Areia, PB, 2007

F	CR				QFR				PR				QSR			
	Doses (kg N ha ⁻¹)				Doses (kg N ha ⁻¹)				Doses (kg N ha ⁻¹)				Doses (kg N ha ⁻¹)			
	30	60	90	120	30	60	90	120	30	60	90	120	30	60	90	120
F1	15,70a	13,87a	13,77a	13,57a	21,37a	16,50a	15,40b	19,30b	70,57a	55,10a	52,60b	62,27a	64,07a	49,43a	46,27b	57,90b
F2	14,43a	12,83a	13,93a	14,07a	19,17ab	18,17a	17,50b	18,13b	63,63ab	60,80a	53,77b	62,80a	57,60ab	54,47a	51,73b	54,53b
F3	11,87b	14,33a	15,50a	14,80a	17,33b	18,87a	21,67a	23,37a	55,43a	60,97a	72,23a	76,20a	52,07b	56,67a	65,00a	70,87a

Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. F1 - torta de mamona; F2 - esterco bovino; F3 - sulfato de amônio.

De acordo com os resultados do desdobramento em componentes de regressão da interação fertilizante x doses, deu-se efeito diferente ($P < 0,01$) sobre as variáveis comprimento do racemo, quantidade de frutos por racemo e peso do racemo além de quantidade de sementes por racemo aos 180 dias após a emergência das plantas da mamoneira ocorrendo, para essas variáveis, efeitos que variaram de linear a quadrático.

De acordo com a Tabela 21, verificam-se as equações de regressão ajustadas aos dados médios do comprimento do racemo (cm), quantidade de frutos por racemo, peso racemo (g) e quantidade de sementes por racemo, em função dos tipos de fertilizantes e das doses de nitrogênio com respectivos coeficientes de determinação.

Observa-se, na Figura 23A, o comportamento do comprimento do racemo nas quatro doses de nitrogênio aplicadas. Verifica-se na mesma figura que a torta de mamona apresentou modelo linear com declínio na medida em que se aumentava a dosagem do fertilizante; as diferentes doses do esterco bovino não influenciaram esta variável; já o adubo químico revelou modelo quadrático indicando crescimento desta característica com o aumento da dose aplicada, até um valor máximo de 15 cm, que ocorreu na dosagem de 92 kg N ha^{-1} .

O comportamento da quantidade de frutos por racemo em função das doses de fertilizantes aplicadas, é evidenciado na Figura 23B; para esta variável, a torta da mamona indicou modelo quadrático, com declínio até um valor de 15 cm, correspondente à dose de 81 kg N ha^{-1} , em que a partir deste ponto, se passa a obter uma resposta positiva desta variável. Assim como para o comprimento do racemo, as diferentes doses do esterco bovino não influenciaram esta variável e o adubo químico apresentou comportamento linear com o aumento das doses do adubo, com maior quantidade de frutos de 23, na dose de 120 kg N ha^{-1} .

Com relação às variáveis peso do racemo e quantidade de sementes por racemo, mostradas na Figura 23C e D, as mesmas foram diretamente influenciadas pela quantidade de frutos por racemo apresentando, assim, o mesmo comportamento desta variável.

A mamoneira é tolerante à seca e freqüentemente encontrada em terrenos baldios, crescendo sem qualquer trato agrônômico; em virtude desta rusticidade, chega-se a pensar que ela produz em solos quimicamente pobres, o que é um equívoco pois, sem nutrientes em quantidade adequada, a produtividade é muito baixa, como pode ser comprovado na comparação do fatorial versus testemunha, nas Figuras 24 (A, B, C e D).

Tabela 21 Equações de regressão ajustadas aos dados médios do comprimento do racemo (cm), da quantidade de frutos por racemo, do peso racemo e da quantidade de sementes por racemo para cada tipo de fertilizantes, em função dos dias após a emergência. Areia, PB, 2007

Variável	FERTILIZANTE	MODELO	R ²
CR	F1 - Torta de mamona	$\hat{y} = 15,85 - 0,0217x$	0,72
	F2 - Esterco Bovino	$\hat{y} = 13,82$	-
	F3 - Adubo Químico	$\hat{y} = 7,675 + 0,1652x - 0,0009x^2$	0,99
QFR	F1 - Torta de mamona	$\hat{y} = 30,925 - 0,3896x + 0,0024x^2$	0,99
	F2 - Esterco Bovino	$\hat{y} = 18,24$	-
	F3 - Adubo Químico	$\hat{y} = 15,083 + 0,697x$	0,98
	FERTILIZANTE	MODELO	R ²
PR	F1 - Torta de mamona	$\hat{y} = 98,4 - 1,1386x + 0,007x^2$	0,99
	F2 - Esterco Bovino	$\hat{y} = 60,25$	-
	F3 - Adubo Químico	$\hat{y} = 47,817 + 0,2452x$	0,97
	FERTILIZANTE	MODELO	R ²
QSR	F1 - Torta de mamona	$\hat{y} = 92,667 - 1,1667x - 0,0073x^2$	0,99
	F2 - Esterco Bovino	$\hat{y} = 54,56$	-
	F3 - Adubo Químico	$\hat{y} = 44,983 + 0,2154x$	0,98

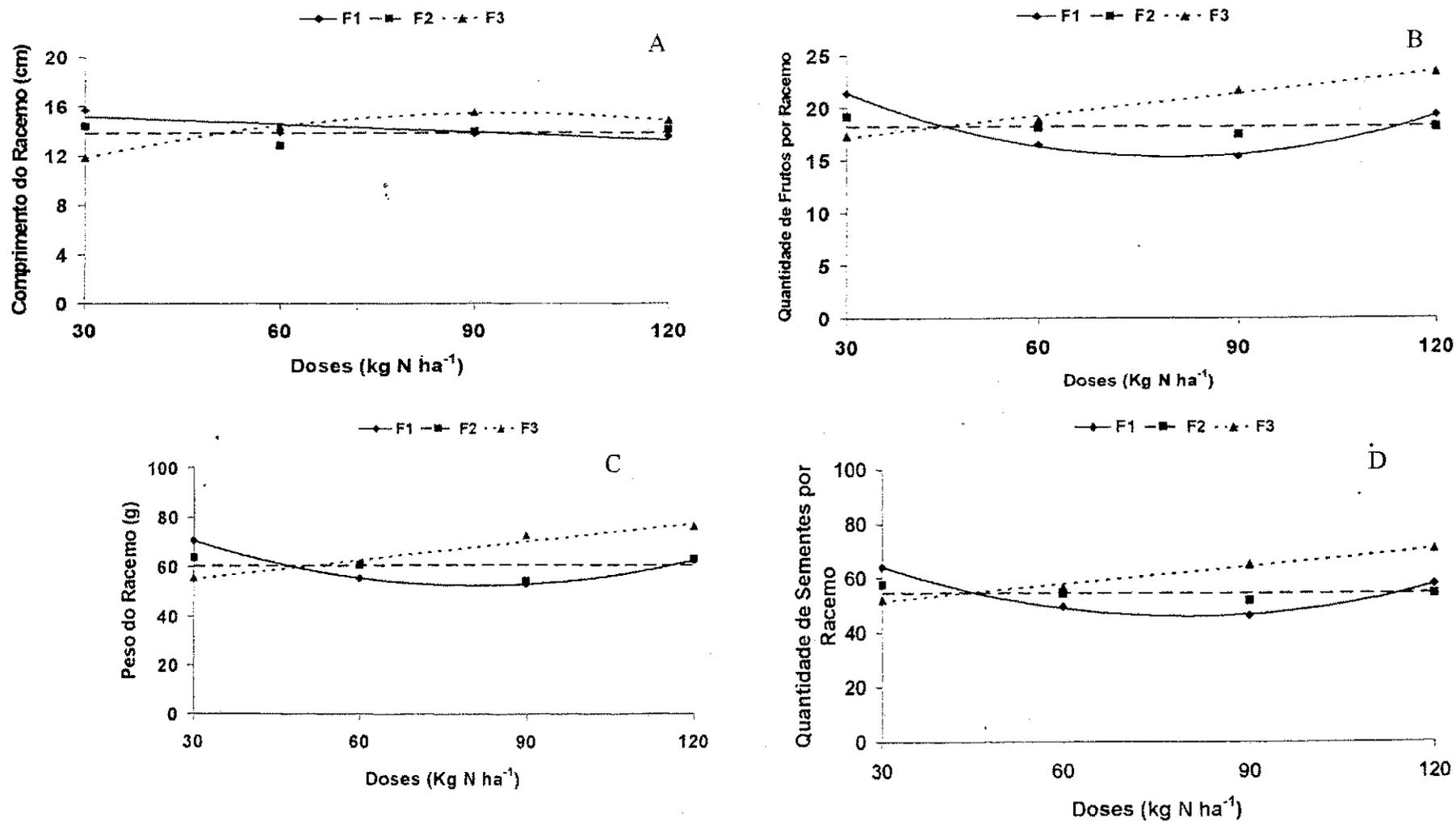


Figura 23 Comprimento do racemo (A), quantidade de frutos por racemo (B), peso do racemo (C) e quantidade de sementes por racemo (D), para o 3^o racemo, em função das doses dos fertilizantes aplicadas. F1 - torta de mamona; F2 - esterco bovino; F3 - sulfato de amônio

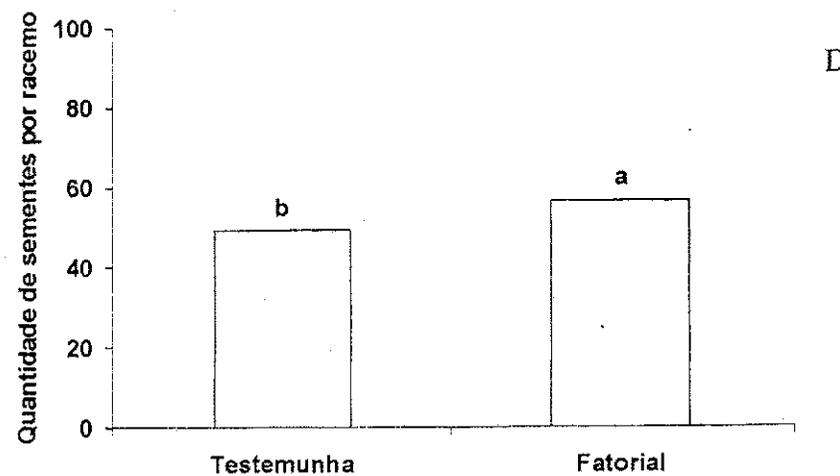
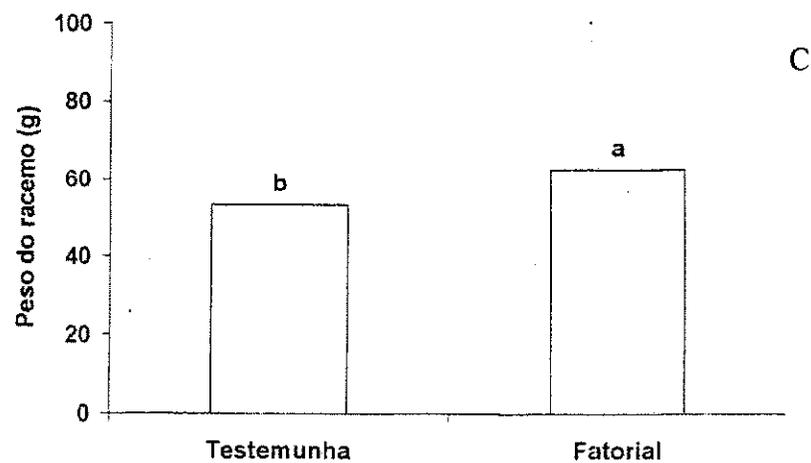
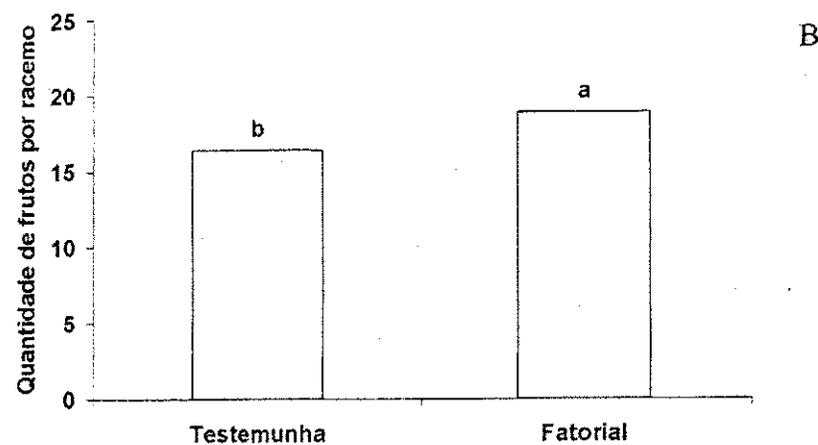
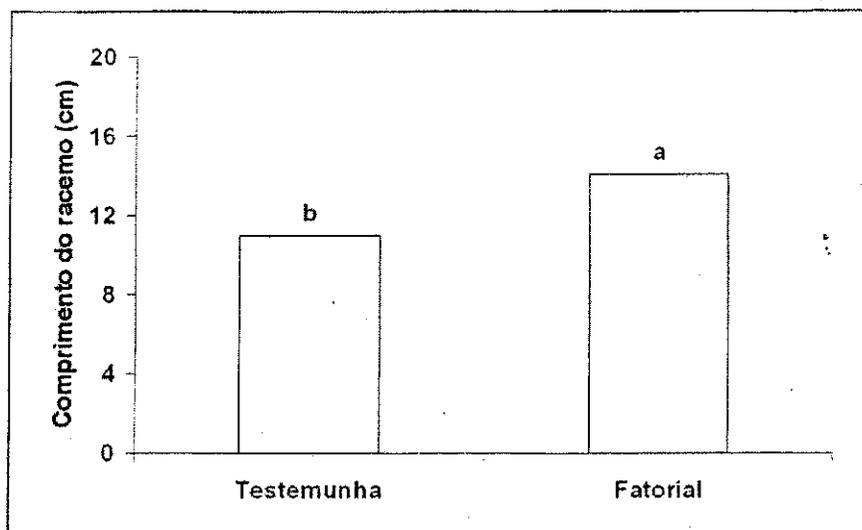


Figura 24 Valores médios do comprimento do racemo (A), da quantidade de frutos por racemo (B), do peso do racemo (C) e da quantidade de sementes por racemo (D). Médias seguidas das mesmas letras são iguais entre si pelo teste F a 5%. Areia, PB, 2007

4.2.4 Quarto racemo

Pode-se nota-se, na Tabela 22, os resultados dos resumos das análises de variância dos dados das variáveis comprimento do racemo, quantidade de frutos por racemo, peso do racemo, quantidade de sementes por racemo, peso de 100 semente e teor de óleo por planta, para a avaliação da produção do 4º racemo. Com relação ao fator tratamento, tipo de fertilizante aplicado e fatorial versus testemunha, todas as variáveis foram significativas, exceto o teor de óleo, que não foi significativo; para o fator doses, o comprimento do racemo foi o único que apresentou significância a nível de 1% de probabilidade; já a interação fertilizante x doses, não foi significativa para nenhum componente da produção deste racemo.

Os coeficientes de variação foram considerados adequados para todas as variáveis indicando, desta forma, boa precisão experimental (FERREIRA, 2000).

Notou-se, pela análise comparativa das médias na Tabela 23, que a variável comprimento do racemo apresentou melhor resultado quando adubado com torta de mamona, porém a quantidade de frutos por racemo e de sementes não foi influenciada pelo tipo de adubo, enquanto o peso de 100 sementes não indicou diferença estatística entre a torta de mamona e o esterco bovino e, sim, entre esses e o adubo químico.

Para as características peso do racemo (g) e quantidade de sementes por racemo verifica-se, na Figura 25, a superioridade do fatorial em relação à testemunha.

Tabela 22 Resumos das análises de variância das variáveis: comprimento do racemo (CR), quantidade de frutos por racemo (QFR), peso do racemo (PR), quantidade de sementes por racemo (QSR), peso de 100 sementes (P100S) e teor de óleo (TO), em função de diferentes tipos de fertilizantes, aplicados em quatro doses de nitrogênio, para o 4^o racemo. Areia, PB, 2007

FV	GL	Quadrados Médios					
		CR	QFR	PR	QSR	P100S	TO
Bloco	2	7,374**	0,962 ^{ns}	66,770 ^{ns}	8,321 ^{ns}	19,000 ^{ns}	0,332*
Tratamento	12	3,66*	6,04*	138,59*	57,38*	65,24*	0,05 ^{ns}
Fertilizante (F)	2	2,42*	8,36*	329,09**	72,26*	152,11*	0,03 ^{ns}
Doses (D)	3	4,01**	4,30 ^{ns}	87,33 ^{ns}	45,84 ^{ns}	71,58 ^{ns}	0,04 ^{ns}
Fertilizante x Doses	6	1,09 ^{ns}	5,52 ^{ns}	87,68 ^{ns}	48,92 ^{ns}	35,22 ^{ns}	0,06 ^{ns}
Fatorial vs Testemunha	1	20,56**	9,68*	216,89**	113,03**	52,67*	0,08 ^{ns}
D/F ₁	1						
Efeito Linear	1	2,52*	10,50*	167,69 ^{ns}	95,26*	220,42**	0,04 ^{ns}
Efeito Quadrático	1	8,84**	22,69**	293,04*	208,33**	0,08 ^{ns}	0,01 ^{ns}
D/F ₂	1						
Efeito Linear	1	1,41 ^{ns}	0,04 ^{ns}	85,92 ^{ns}	1,47 ^{ns}	10,41 ^{ns}	0,06 ^{ns}
Efeito Quadrático	1	0,12 ^{ns}	5,33 ^{ns}	21,33 ^{ns}	41,81 ^{ns}	14,08 ^{ns}	0,003 ^{ns}
D/F ₃	1						
Efeito Linear	1	0,56 ^{ns}	0,00 ^{ns}	16,96 ^{ns}	0,19 ^{ns}	43,35 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Efeito Quadrático	1	4,81**	3,20 ^{ns}	131,34 ^{ns}	39,60 ^{ns}	18,75 ^{ns}	0,24 ^{ns}
Resíduo	26	0,53	2,36	41,22	21,04	27,89	0,08
C.V.(%)		6,58	10,67	13,56	10,63	7,69	0,52

^{ns}, * e ** = não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. F1 - torta de mamona; F2 - esterco bovino; F3 - sulfato de amônio

Tabela 23 Valores médios do comprimento do racemo (CR), quantidade de frutos por racemo (QFR), quantidade de sementes por racemo (QSR), para o 4^o racemo, nos diferentes tipos de fertilizantes (F). Areia, PB, 2007

Fertilizantes	CR	QFR	QSR	P100S
F1	11,81 a	15,49 a	46,48 a	71,08 a
F2	11,07 ab	14,17 a	42,40 a	71,08 a
F3	11,00 b	13,95 a	42,08 a	64,92 b

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. F1 - torta de mamona; F2 - esterco bovino; F3 - sulfato de amônio

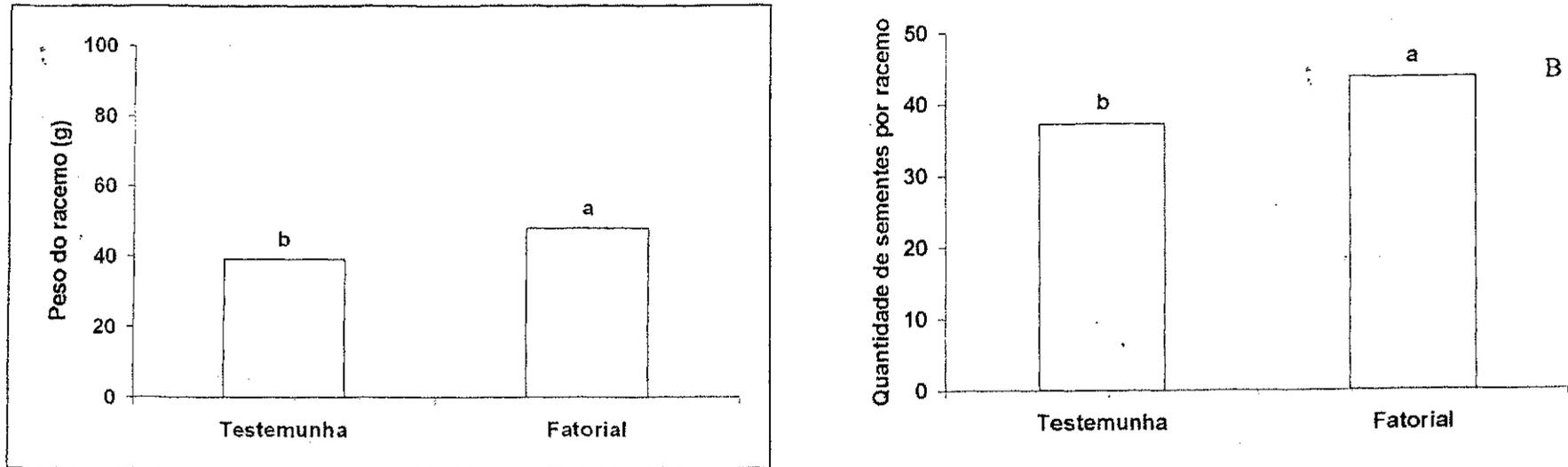


Figura 25 Valores médios da quantidade de frutos por racemo (A), do peso do racemo (B) e da quantidade de sementes por racemo (C), na testemunha e no fatorial. Médias seguidas das mesmas letras são iguais entre si pelo teste F a 5%. Areia, PB, 2007 .

4.2.5 Número de racemo e produção por planta, produtividade de grãos e rendimento de óleo

Observam-se, na Tabela 24, os resumos das análises de variância das variáveis número de racemo e produção por planta, produtividade de grãos e rendimento do óleo com as significâncias estatísticas observadas para cada fator, contraste do fatorial versus testemunha e a interação entre os mesmos. Nesta tabela se nota a ocorrência de que ocorreu efeito significativo do bloco e do contraste fatorial versus testemunha, para todas as variáveis consideradas. Em relação ao fator bloco, este efeito pode ter sido ocasionado pelos ataques dos fungos e dos diferentes gêneros de nematóides no solo, como já comentado para as variáveis de crescimento.

O número de racemo por planta merece especial atenção, haja vista ser um dos principais componentes da produção e se encontrar está altamente correlacionado com a produtividade da cultura (SACHLI, 1986).

Embora as chuvas tenham ocorrido de forma irregular, alcançou-se até seis racemos por planta; esses valores estão coerentes com Nóbrega et al. (2001), que afirmam que em situação de exploração da cultura em regimes pluviais adequados para o crescimento e desenvolvimento da mamoneira, é possível se obter de três a sete racemos por planta.



Figura 26 Tratamento adubado com torta de mamona. Areia. PB. 2006



Figura 27 Testemunha. Areia, PB, 2006

A quantidade de seis racemos obtidos nos tratamentos adubados deixa evidente a importância da adubação nesta variável e, em consequência, na produção por planta, em que a adubação superou a testemunha em 45 e 53% Figura 26A e B, respectivamente.

A nutrição e adubação mineral exercem grande influência no processo produtivo mas, se por um lado possibilita o aumento de produtividade, por outro os custos financeiros com esta prática são elevados, fazendo-se necessário otimizar seu uso com a finalidade de se obter o maior rendimento com o menor custo possível (CARVALHO, 1998); uma outra forma de otimizar este processo é a utilização de fontes de nutrientes oriundos da propriedade, como é o caso do uso dos fertilizantes orgânicos como, por exemplo, o esterco bovino e a torta da mamona.

A mamoneira é exigente em fertilidade do solo para que atinja boa produtividade mas o conhecimento científico sobre o uso de fertilizantes nesta cultura ainda é muito incipiente e carece de aperfeiçoamento e adaptação para as diferentes regiões nas quais a cultura é plantada (SEVERINO et al., 2005).

De acordo com as Figuras 26 C e D, o fornecimento de adubação química ou orgânica (média de todos os tratamentos que receberam qualquer adubação) aumentou significativamente a produtividade de grãos em cerca de 67% e o rendimento de óleo em torno de 47% em comparação com o tratamento não adubado (testemunha).

Deste modo se percebe que o rendimento de óleo, que é o resultado da combinação entre a produtividade de grãos e o conteúdo de óleo da semente, seguiu a variação da produtividade de grãos, sugerindo que este componente é o que mais influencia no rendimento de óleo da mamoneira, motivo pelo qual se deve manejar a cultura a fim de se obter a máxima produtividade de grãos, que condicionará elevado rendimento de óleo. Tais resultados são semelhantes aos obtidos por Souza (2007) ao verificar que o rendimento de óleo dependeu, sobremaneira, da produtividade de grãos, sendo afetado pelo conteúdo de óleo na semente.

Tabela 24 Resumos das análises de variância das variáveis: quantidade de racemo e produção por planta, produtividade de grãos (kg ha^{-1}) e rendimento de óleo (kg ha^{-1}), em função de diferentes tipos de fertilizantes, aplicados em quatro doses de nitrogênio. Areia, PB, 2007

FV	GL	Quadrados Médios			
		Número de Racemo por planta	Produção por Planta	Produtividade de grãos	Rendimento do óleo
Bloco	2	2,80*	8592,31*	253593,1**	65611,40**
Tratamento	12	1,55 ^{ns}	1882,48*	55145,06 ^{ns}	12601,25 ^{ns}
Fertilizante	2	2,04 ^{ns}	1300,00 ^{ns}	33531,38 ^{ns}	10179,86 ^{ns}
Doses	3	1,29 ^{ns}	943,52 ⁿ	25746,77 ^{ns}	7816,926 ^{ns}
Fertilizante x Doses	6	0,49 ^{ns}	651,85 ^{ns}	12248,35 ^{ns}	3718,672 ^{ns}
Fatorial vs Testemunha	1	7,74**	13248,08	443947,5**	85092,51*
C.V.(%)		16,68	19,17	20,34	19,88

^{ns}, * e ** = não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. Fertilizante 1 - torta de mamona; Fertilizante 2 - esterco bovino; Fertilizante 3 - sulfato de amônio

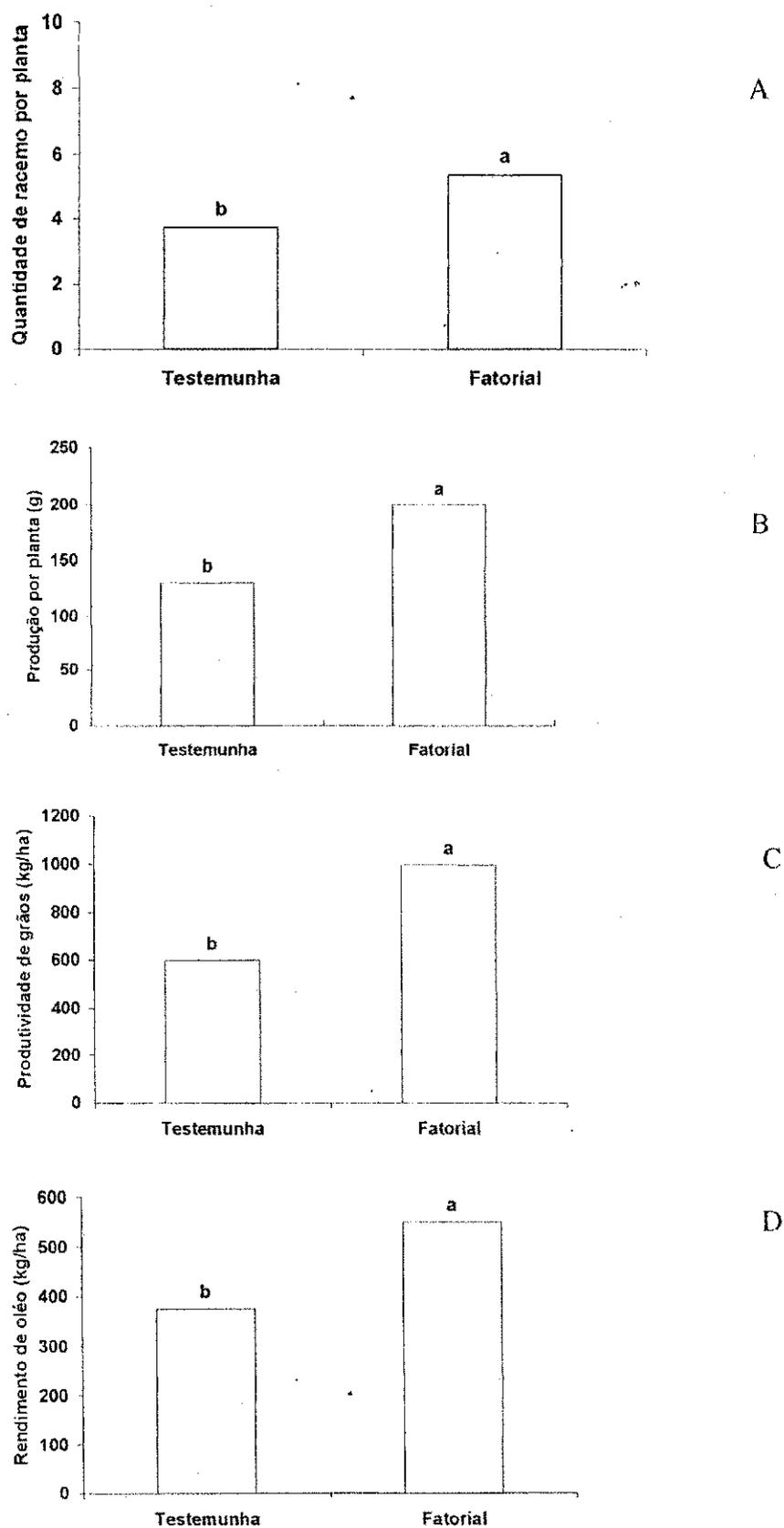


Figura 28 Valores médios da quantidade de racemo por planta (A), produção por planta (B), da produtividade de grãos (C) e de rendimento de óleo (D) na testemunha e no fatorial. Médias seguidas das mesmas letras são iguais entre si pelo teste F a 5%. Arcia, PB, 2007

5 CONCLUSÕES

Os valores primários de crescimento da mamoneira altura de inserção do primeiro racemo e o diâmetro do caule, foram influenciados pela média dos fertilizantes aplicados em torno de 31 e 34%, respectivamente, quando comparados com a testemunha.

A testemunha superou em 10% os tratamentos adubados, quando avaliado o número de nós.

O uso dos fertilizantes proporcionou um aumento em mais de 50% para os componentes da produção do 1^o racemo e de 15% para os componentes dos demais racemos.

O fornecimento da adubação química ou orgânica (média de todos os tratamentos que receberam qualquer adubação) aumentou significativamente o número de racemos e produção por plantas, em 45 e 53%, em comparação com a testemunha.

A adubação aumentou significativamente a produtividade de grãos e o rendimento de óleo em 67 e 47%, respectivamente, em comparação com o tratamento não adubado (testemunha).

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, J.A.B. do; SILVA M.T. **Zoneamento Agrícola da Mamona no Nordeste Brasileiro: Estado da Paraíba – Safra 2005/2006**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 23p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 76).

AMERICAN OIL CHEMIST'S SOCIETY. **AOCS official method**. 5.ed. Illinois: AOCS, 2005.

ARAÚJO, A.P.; NEGREIROS, M.Z.; PEDROSA, J. F.; OLIVEIRA, H.M.G. Características químicas de um solo adubado com esterco de bovinos e cultivado com repolho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 39. 1999. Tubarão. **Resumo**...Tubarão: SOB, 1999. n. 021.

AZEVEDO, D.M.P. de; NÓBREGA, L.B. da.; LIMA, E.F.; BATTISTA, F.A.S.; BELTRÃO, N. E. de M. Manejo Cultural. In: AZEVEDO, D.M.P. de; LIMA, E.F. (Eds). **O agronegócio da Mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2001. cap. 6, p.121-155.

BARRETO, M.C. de V. **Degradação da fração orgânica de diferentes resíduos e efeitos em algumas propriedades químicas e físicas de dois solos**. 1995. 106f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo. Piracicaba.

BELTRÃO, N.E. de M. **Crescimento e desenvolvimento de mamoneira (*Ricinus communis* L.)** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2003, 4p. (Comunicado Técnico, 146).

BELTRÃO, N.E. de M. **Torta de Mamona (*Ricinus Communis* L.): Fertilizante e Alimento**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2002. 5p. (Comunicado Técnico, 171).

BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D.M.P. de; LIMA, R. de L.S. de; QUEIROZ, W.N. de; QUEIROZ, U.C. de. Ecofisiologia, In: AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N.E. de M.; **O agronegócio da Mamona no Brasil**. 2ª ed. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2007. cap. 2, p.45-72.

BELTRÃO, N.E. de M.; SILVA, L.C. Os múltiplos usos do óleo da mamoneira (*Ricinus Communis* L.) e a importância do seu cultivo no Brasil. **Rev. bras. ol. fibros.**, Campina Grande: Embrapa Algodão, n.31, p.7. 1999.

BELTRÃO, N.E. de M.; SILVA, L. C.; VASCONCELOS, O. L.; AZEVEDO, D.M.P.; VIEIRA, D.J. Fitologia, In: AZEVEDO, D.M.P. de; LIMA, E.F. **O agronegócio da Mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2001. cap. 2, p.37-59.

BELTRÃO, N. E. de M.; SOUZA, J.Z.; SANTOS, J.W.; JERÔNIMO, J.F.; COSTA, F.X.; LUCENA, A.M.A, de; QUEIROZ, V.C. de. Fisiologia da mamoneira, cultivar BRS 149 Nordestina na fase inicial de crescimento submetida a estresse hídrica. **Rev. Bras. ol. Fibras.**, Campina Grande, v. 7. n. 1, p.659 – 664. jan – abr., 2003.

BELTRÃO, N.E. de M. **Sistema de Produção de mamona em condições irrigadas: Considerações gerais**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006, 14p. (Documentos, 132).

BELTRÃO, N.E. de M.; GONDIM, T.M. de S.J.; PEREIRA, R.; SEVERINO, L.S.; CARDOSO, G.D. Estimativa da produtividade primária e partição de assimilados na cultura da mamona no semi-árido brasileiro. **Rev. bras. ol. fibras.**, Campina Grande: Embrapa Algodão, n.1/3, p.925-930, jan./dez. 2005.

BELTRÃO, N.E. de M.; SEVERINO, L.S. Ecofisiologia. In: SEVERINO, L.S.; MILANI, M.; BELTRÃO, N.E. de M. (Eds). **Mamona: O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2006. cap.10, p.172-179.

BIODISELBR. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/plantas/mamona/torta-adubo-organico.htm>>. Acesso em: 22 set. 2007.

BON, J.H. **Solubilização das proteínas da mamona por enzimas proteolíticas**. 1977. 136f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

BONILLA, J.A. **Fundamentos da Agricultura ecológica: sobrevivência e qualidade de vida**. São Paulo: Nobel, 1992, 260p.

BRADY, N.C. **Matéria orgânica dos solos minerais**. In: Natureza e propriedades dos solos. 5.ed., Rio de Janeiro: 1979, p.141-168.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília:1992, 356p.

CAMARGO, L.S. **As hortaliças e seu cultivo**. Campinas: Fundação Cargill, p.28-29, 1984.

CANECCHIO FILHO, V.; FREIRE, E.S. Adubação da mamoneira: experiências preliminares. **Bragantia**, v. 17, p.243-259, 1958.

CARDOSO, E.L.; OLIVEIRA, H. **Sugestões de uso e manejo dos solos do assentamento Taquaral**, Corumbá - MS: Corumbá, MS. EMBRAPA PANTANAL, 2002. 4p. (Circular Técnica) 35.

CARTAXO, W.V.; PEREIRA, S.R. de P.; SILVA, O.R.R.F. da.; SEVERINO, L.S. **BRS Paraguaçu e BRS Nordestina. Tecnologia Embrapa para o semi-árido brasileiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. (Folder).

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

CARVALHO, L.O. de. **Cultura da mamoneira**. Campinas: CATI, 1998. 3p. (Cati. Comunicado Técnico, 73).

CHIERICE, G.O.; CLARO NETO, S. Aplicação Industrial do óleo, In: AZEVEDO, D.M.P. de; LIMA, E.F. (Editores). **O agronegócio da Mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2001. cap. 5, p.89-118.

COELHO, D.K. **Crescimento e Desenvolvimento da mamoneira em função da irrigação com águas salinas e matéria orgânica**. 2006. 84f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira 2007/2008, quarto levantamento, jan. 2008. Disponível em: <http://www.conab.gov.br> Acesso em: jan. 2008.

CORRÊA, M.L.P.; SILVA, C.S.A.; SOUZA, A. dos S.; TAVORA, F.J.A.F. Rendimento e uso eficiente da terra de duas cultivares de mamona consorciadas com sorgo granífero e caupi. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODISEL, 1., 2004, Varginha/MG. **Anais...** Varginha: UFLA, 2004. Disponível em: http://oleo.ufla.br/anais_1/artigos.html. Acesso em: 19 de out. 2007.

DEMÉTRIO, R. **Efeito da aplicação de matéria orgânica sobre a biomassa-C microbiana do solo e o crescimento e absorção de nitrogênio em milho (*Zea mays* L.)**. 1988. 89f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

DRUMOND, M.A.; ANJOS, J.B.; MILANI, M.; MORGADO, L.B.; SOARES, J.M. Comportamento de diferentes genótipos de mamoneira irrigados por gotejamento em Petrolina – PE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracaju. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. ICD-ROM.

EMBRAPA SOLOS. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro). **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. Brasília: Produção de Informação - SPI, 1999. 412p.

EMBRAPA SOLOS. Centro Nacional de Pesquisa dos Solos (Rio de Janeiro). **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: Atual, 1997. 212p.

ERNANI, P.R.; GIANELLO, C. Diminuição do alumínio trocável do solo pela incorporação do esterco de bovinos e de cama de aviário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, v. 7, n.2, p.161-165, 1983.

FAO. Disponível em: <http://www.fao.org/>. Acesso em: jan. 2008.

FERREIRA, G.B.; SEVERINO, L.S. Nutrição e Fertilidade do Solo. In: SEVERINO, L.S.; MILANI, M.; BELTRÃO, N.E. de M. (Eds). **Mamona: O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2006. cap.3, p.44-78.

FERREIRA, P.V. **Estatística Experimental Aplicada à Agronomia**. 3ed. Maceió: EDUFAL, 2000. 422p.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**, Viçosa, 2000. 402p.

FORNAZIERI JÚNIOR, A.F. **Mamona: uma rica fonte de óleo e de divisas**. São Paulo: Cone, 1986. 72p.

FREIRE, C.E.; LIMA, E.F.; ANDRADE, F.P. de.; MILANI, M.; NÓBREGA, M.B. de M. Melhoramento Genético. In: SEVERINO, L.S.; MILANI, M.; BELTRÃO, N.E. de M. (Eds). **Mamona: O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2006. cap.8, p.171-194.

FREIRE, E.C.; LIMA, E.F.; ANDRADE, F.P. de.; MILANI, M.; NÓBREGA, M.B. de M. Melhoramento Genético, In: AZEVEDO, D.M.P. de; BELTRÃO, N.E. de M.; **O agronegócio da Mamona no Brasil**. 2ª ed. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2001. cap. 8, p.171-194.

FREIRE, R.M.M. Ricinoquímica. In: In: AZEVEDO, D.M.P. de; LIMA, E.F. (Eds). **O agronegócio da Mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa informação tecnologia, 2001. cap.13, p.295-336.

FREIRE, R.M.M.; SEVERINO, L.S. Óleo de Mamona. In: SEVERINO, L.S.; MILANI, M.; BELTRÃO, N.E. de M. (Eds). **Mamona: O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2006. cap.13, p.210-218.

FREITAS, C.; PENTEADO, M. **Biodiesel Energia do Futuro**. 1ed. São Paulo: LETRA BOREAL, 2006. 142p.

GLÓRIA, N.A. da. Uso agrônômico de resíduos. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22., Piracicaba, **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1992. p. 195-212.

GONÇALVES, N.P.; BENDEZÚ, J.M.; LELES, W.D. Época, espaçamento e densidade de plantio para a cultura da mamona. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v.7, n.82, p.33-35, 1981.

GUIMARÃES, M.M.B.; ALBUQUERQUE, R.C.; LUCENA, A.M.A. de.; COSTA, F.X.; FREIRE, M.A. de. O.; BELTRÃO, N.E. de. M.; SEVERINO, L.S. Fontes Orgânicas de Nutrientes e seus efeitos no crescimento e desenvolvimento da mamoneira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracaju. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 1CD-ROM.

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

HOLANDA, A. **Biodiesel: Combustível para cidadania**. Brasília: Plenarium, 2006. 30 p. (Série Ação Parlamentar, 326).

HOLANDA, A. **Cadernos de altos estudos: Biodiesel e inclusão social**. Brasília: Câmara dos deputados, Coordenação de publicações, 2004. 200p. (Série de Cadernos de Altos Estudos, 1).

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria>. Acesso em: jan. 2008.

ICOA. **The processing of castor meal for detoxification and deallergenation.** Ridgewood, 1989. 75p. (Technical Bulletin, 1).

INGUE, K. Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos nas propriedades do solo. In: **Adubação verde no Brasil**, Campinas, São Paulo: CARGILL, 1984. p.232-267.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia.** São Paulo: Ceres. 1979. 262p.

KONNUR, R.; SUBBARAO, E.C. Biogas form de-oiled castor cake. In: **INTERNATIONAL SEMINAR ON CASTOR SEED, CASTOR OIL AND ITS VALUE ASSED PRODUCTS**, 2004, Ahmedabad. Proceedings...Ahmedabad: The Solvent Extractors Association of India: Ahmedabad, 2004. p.31-35.

KUMAR, S.; MALIK, R.S.; DAHIYA, I.S. Influence of different organic wastes upon water retention, transmission and contact characteristics of a sandy soil. **Australian Journal of Soil Reserch**, v.23, p.131-136, 1985.

LACERDA, R.D. de. **Resposta da mamoneira BRS 188 Paraguaçu a diferentes níveis de água e matéria orgânica no solo.** 2006. 70f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

LAGO, A.A.; ZINKE, E.; RAZERA, L.F.; BANZATTO, N.V.; SAVY FILHO, A. Dormência em sementes de três cultivares de mamona. **Bragantia**, Campinas, v.38, p.41-44, 1979.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal.** São Paulo: EPU, 1986. 315p.

LIMA, R. de L.S. de.; SEVERINO, L.S.; BELTRÃO, N.E. de M.; FERREIRA, G.B. Efeitos da adição de cinza de madeira e esterco bovino no crescimento inicial da mamoneira cultivada em solo ácido. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA**, 2., 2006, Aracaju. **Anais...**Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 1CD-ROM.

LUND, Z.F.; DOSS, B.D. Residual effects of dairy cattle manure on plant growth and soil properties. **Agronomy Journal**, Madison, v.72, n.1, p.123-130, 1980.

LUZ, M.J. da S. e; FERREIRA, G.B.; BEZERRA, J.R.C. **Adubação e correção do solo: procedimentos a serem adotados em função dos resultados da análise do solo.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2002. 35p. (Circular técnica, 63).

MACEDO, L.R.; WAGNER, W.J. **Revisão bibliográfica sobre a cultura da mamona.** Belém: SUDAM/DSP, 1984.35p.

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação.** São Paulo: Ceres, 1989. 250p.

MELLO, S.C.; PEREIRA, H.S.; VITTI, G.C. Efeitos de fertilizantes orgânicos na nutrição e produção do pimentão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, n.3, p.200-203, 2000.

MILANI, M.; NÓBREGA, M.B. de M.; AMARAL, J.G.; ZANOTTO, M.D.; CARVALHO, J.M.F.C. de.; VIDAL, M.S.; LUCENA, W.A. Melhoramento, Cultivares e Biotecnologia. In: SEVERINO, L.S.; MILANI, M.; BELTRÃO, N.E. de M. (Eds). **Mamona: O produtor pergunta, a Embrapa responde.** Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2006.cap.9, p.154-169.

MIYASAKA, S.; NAKAMURA, Y.; OKAMOTO, H. **Agricultura Natural.** 2.ed. Cuiabá: Coleção Agroindústria. SEBRAE-MT; Associação Mokiti Okada do Brasil. 1997. v.6, 77p.

MOREIRA, J.A.N.; LIMA, E.F.; FARIAS, F.J.C.; AZEVEDO, D.M.P. de. **Melhoramento da mamoneira (*Ricinus communis* L.).** Campina Grande. Embrapa – CNPA, 1996. 29p. Embrapa –CNPA. Documento, 44.

NÓBREGA, M.B. de M.; ANDRADE, F.P. de. SANTOS, J.W. dos. LEITE, E.J. Germoplasma In: AZEVEDO, D.M.P. de; LIMA, E.F. (Eds). **O agronegócio da Mamona no Brasil.** Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2001. cap. 11, p.257-280.

OPLINGER, E. de C.; OELKE, E.A.; KAMINSKI, A.R.; COMBS, S.M.; DOLI, J.D.; SCHULER, R.T. *Ricinus communis* L. Field crops manual, Purdue, 1997. Disponível em: <<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/castor.html>>. Acesso em: 19 de out. 2007.

OXFORD INSTRUMENTS. **Instruction manual.** Oxford, 1995. 21p.

PARENTE, E.J. de S. **Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado.** Fortaleza: Tecbio, 2003. 66p.

PIRES, M.M.; ALVES, J.M.; ALMEIDA NETO, J.A.; ALMEIDA, C.M.; SOUSA, G.S.; CRUZ, R.S.; MONTEIRO, R.; LOPES, B.S.; ROBRA, S. Biodiesel de mamona:

uma avaliação econômica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. 1 CD-ROM.

PRATA, F. da C. Mamona. Principais culturas do Nordeste. Fortaleza: Imprensa Universitária do Ceará, 1969. p.139-152, v.1.

PRIMAVESI, A. **Manejo Biológico do Solo**: a agricultura em regiões tropicais. 8.ed. São Paulo: Nobel, 1989, 541p.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo**: a agricultura em regiões tropicais. 9.ed. São Paulo: Nobel, 1990, 549p.

QUEIROZ, W.N. de. **Crescimento e Desenvolvimento da Mamoneira (*Ricinus communis* L.) em diferentes ambientes**. 2006. 65f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

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

RODRIGUES, E.T. Resposta de cultivares de alface ao composto orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.12, n.2, p.260-262, 1994.

RODRIGUES, R.F. de O.; OLIVEIRA, F. de; FONSECA, A.M. As folhas de palma Cristi – *Ricinis communis* L. *Euphorbiceae* Jussieu. Revisão de conhecimentos. **Revista Lecta**, Bragança Paulista, v.20, n.2. p.183-194, jul./dez.2002.

SACHLI, I.K. Variability, inheritance and cofrelation of characteristics. In: MOSHKIN, V.A. (Ed.). **Castor**. New Delhi: Amerind, 1986. p.103-116.

SANTOS, R.F. dos.; KOURI, J.; BARROS, M.A.L.; MARQUES, F.M.; FIRMINO, F. de T.; REQUIÃO, L.E.G. Aspectos econômicos do agronegócio da mamona. In: AZEVEDO, D.M.P. de; BELTRÃO, N.E. de M.; **O agronegócio da Mamona no Brasil**. 2ª ed. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2007. cap. 1, p.23-41.

SAVY FILHO, A. **Mamona: tecnologia agrícola**. Campinas EMOPI, 2005. 105p.

SCHERER, E.E.; BARTZ, H.R. **Adubação do feijoeiro com esterco de aves, nitrogênio, fósforo e potássio**. 2.ed., Florianópolis: EMPASC, 1984, 15p. (Boletim Técnico 10).

SEVERINO, L.S. **O que sabemos sobre a torta da mamona.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005, 32p. (Documento 134).

SEVERINO, L.S.; COSTA, F.X.; BELTRÃO, N.E. de M.; LUCENA, A.M.A.; GUIMALHÃES, M.M.B. Mineralização da torta da mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v.5, n.1, 2004.

SEVERINO, L.S.; MORAES, C.R. de A.; FERREIRA, G.B.; CARDOSO, G.D.; GONDIM, T. M. de S.; BELTRÃO N.E. de M.; VIRIATO, J.R. **Crescimento e Produtividade da Mamoneira sob Fertilização Química em Região Semi-Árida.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 19p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 62).

SILVA, A. da. **Mamona: potencialidades agroindustriais do Nordeste brasileiro.** Recife: SUDENE – ADR, 1983. 154p.

SILVA, C.C.; SILVEIRA, P.M. Influência de sistemas agrícolas na resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) irrigado à adubação nitrogenada em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.30, n.1, p.86-96, 2000.

SILVA, L.C.; AMORIM NETO, M.S.; BELTRÃO, N.E. de M. **Recomendações técnicas para o cultivo e época de plantio de mamona cv. BRS 149 Nordestina na micro região de Irecê, Bahia.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2000. 6p. (Comunicado Técnico, 112).

SOUZA, A.S. **Manejo Cultural da Mamoneira: Época de plantio. Irrigação, Espaçamento e Competição de Cultivares.** 2007. 211f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE.

STAUT, L.A.; KURIHARA, C.H. **Calagem, nutrição e adubação.** Dourado: Embrapa Agropecuária Oeste/Embrapa Algodão, 1998. p. 51-80. (Circular Técnico 7).

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

UDESHI, V. The present status of castor oil industry. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON CASTOR SEED, CASTOR OIL AND VALUE ADDED PRODUCTS, 2004. Ahmedabad. Proceedings... Ahmedabad: The Solvent Extractors Association of India, 2004. p.36-38.

VIANELLO, R.L. **Meteorologia Básica e Aplicações**. Viçosa, UFV: Universitária, 1991. 449p.

VILLAS BÔAS, R.L.; PASSOS, J.C.; FERNANDES, M.; BULL, L.T.; CEZAR, V.R.S.; GOTO, R. Efeito de doses de composto orgânico na produção de alface em dois solos sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.1, p.28-34, 2004.

WEISS, E.A. **Castor, Sesame and Safflower**. London: Leonard Hill Books, 1971.

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